

mmlung Göschen

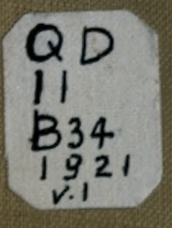
chichte der Chemie

Von

rof. Dr. Hugo Bauer

I

Von den ältesten Zeiten bis Lavoisier





264


UNIVERSITY OF TORONTO
VELUT ARBOR ÆVO

Bibliothek zur Physik und Chemie

aus der Sammlung Göschen

Geschichte der Physik von Professor A. Kistner. Mit 16 Figuren. 2 Bände . . . . Nr. 293, 294

Theoretische Physik von Professor Dr. G. Jäger. Mit Figuren. 4 Bände . . . . Nr. 76—78, 374

Experimentalphysik von Professor Robert Lang. Mit vielen Figuren im Text. Band 1—3 . . . . . . Nr. 611, 612, 613

Physikalische Messungsmethoden von Professor Dr. Wilh. Bahrdt. Mit 49 Figuren . . . . Nr. 301

Physikalische Formelsammlung von Prof. G. Mahler . Nr. 136

Physikalische Aufgabensammlung von Prof. G. Mahler. Mit den Resultaten . . . . Nr. 243

Physikalische Tabellen von Dr. A. Leick . . . . Nr. 650

Kristallographie von Prof. Dr. W. Bruhns. Mit 190 Figuren Nr. 210

Einführung in die Kristalloptik von Dr. Eberh. Buchwald. Mit 124 Figuren . . . . Nr. 619

Radioaktivität von Prof P. Ludewig. Mit 21 Figuren . Nr. 317

Luftelektrizität von Dr. Karl Kähler. Mit 18 Figuren . Nr. 649

Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht von Dr. A. Nippoldt. Mit 16 Figuren und 7 Tafeln . . . . Nr. 175

Meteorologie von Prof. Dr. W. Trabert, neubearbeitet von Dr. Albert Defant. Mit 46 Figuren und Tafeln. . . . . . Nr. 54

Geschichte der Chemie von Dr. Hugo Bauer.
- I. Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier . . . . Nr. 264
- II. Von Lavoisier bis zur Gegenwart . . . . Nr. 265

Chemische Grundbegriffe von Prof. Dr. Alfr. Benrath. Nr. 804

Allgemeine und physikalische Chemie von Prof. Dr. Hugo Kauffmann 2 Bände. Mit 15 Figuren . . . . Nr. 71, 698

Sammlung Göschen

Geschichte der Chemie

Von

Dr. Hugo Bauer
a.o. Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart

I
Von den ältesten Zeiten bis Lavoisier

Dritte, verbesserte Auflage



Berlin und Leipzig
Vereinigung wissenschaftlicher Verleger
Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung - J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung - Georg Reimer - Karl J. Trübner - Veit & Comp.
1921

Druck der Vereinigung wissenschaftlicher Verleger
Walter de Gruyter & Co. Berlin W. 10.

Inhaltsverzeichnis.

Literaturangabe.

Herz, W., Geschichte der Chemie. Stuttgart 1916.

Kopp, Geschichte der Chemie. 4. Bd. Braunschweig 1843.

v. Lippmann, Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. 2 Bde. Leipzig 1911/1913.
— Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Berlin 1919.
— Veröffentlichungen in der Chemiker-Zeitung

v. Meyer, E., Geschichte der Chemie. 3. Auflage. Leipzig 1905.

Nordenskiöld, A. E., Carl Wilhelm Scheele. Nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen. Stockholm 1892.

Ramsay, W., Vergangenes und Künftiges aus der Chemie. Leipzig 1909.

Schädler, Biographisch-literarisches Handwörterbuch berühmter Chemiker. Berlin 1891.

Schelenz, Geschichte der Pharmazie. Berlin 1904.

Struntz, Beiträge und Skizzen zur Geschichte der Naturwissenschaften. Hamburg und Leipzig 1909.
— Über die Vorgeschichte und Anfänge der Chemie. Leipzig und Wien 1906.

Mitteilungen aus der Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften. Herausgegeben von der deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften unter Redaktion von S. Günther und K. Sudhoff. Hamburg und Leipzig.

Beiträge aus der Geschichte der Chemie. Dem Gedächtnis G. W. A. Kahlbaums gewidmet. Herausgegeben von P. Diergart. Leipzig-Wien.

Einleitung.

Wenn wir heute unter Chemie das Studium der Stoffe, anorganischer und organischer Natur, ihrer Umwandlungsprodukte und der Gesetze verstehen, nach welchen sich diese letzteren vollziehen, so dürfen wir uns in keiner Weise dem Gedanken hingeben, daß dies das Grundprinzip der Chemie von jeher gewesen ist. Im Gegenteil, es ist ein weiter Weg, den die chemische Wissenschaft hat zurücklegen müssen, bis sie sich zu diesem Gedanken durchgerungen hat. Man findet daher auch, daß die Chemie zu verschiedenen Zeiten verschiedenen leitenden Motiven folgte, und daß durch dieselben jahrzehnte-, ja jahrhundertelang die Arbeitsrichtungen der Chemiker bestimmt wurden. Hierdurch sind in der geschichtlichen Entwicklung der Chemie Zeitperioden entstanden, welche durch die jeweiligen Bestrebungen genau gekennzeichnet sind.

Im Altertum bemerken wir, abgesehen von den philosophischen Spekulationen des Aristoteles und seiner Schüler, eine mehr empirische Behandlung chemischer Prozesse, mit dem Bestreben, sie wirtschaftlich auszunutzen. Die folgende Zeit, vom 4. bis 16. Jahrhundert nach Christo, wird von dem Gedanken der Metallverwandlung, wie sie in den alchemistischen Bestrebungen zutage tritt, völlig beherrscht. Wenn dieser Gedanke in den Köpfen vereinzelter Chemiker auch bis in unsere Zeit herein immer wieder spukte, so wurde derselbe doch als leitender Gedanke im 17. Jahrhundert von der Be-

strebung, die Chemie in den Dienst der Medizin zu stellen, abgelöst.

Mit dem 18. Jahrhundert begann dann eine erneute Wandlung, durch welche sich die Chemie von der Hilfswissenschaft einer anderen Disziplin zu ihrer jetzigen Selbständigkeit entwickelt hat. Vor allem war es der Verbrennungsprozeß, mit dessen Deutung sich die damaligen Chemiker eingehend beschäftigt hatten, und dessen richtige Erklärung durch den Franzosen Lavoisier der nächsten Zeitperiode, welche in das Ende des 18. und den Anfang des 19. Jahrhunderts fällt, den Stempel aufdrückte. Im Jahre 1828 wurde durch den Göttinger Chemieprofessor Fr. Wöhler eine neue Richtung bestimmt, da derselbe der erste war, welcher den Harnstoff, also ein Umwandlungsprodukt des lebenden tierischen Körpers, auf synthetischem Wege hergestellt hatte. Und nun folgen Schlag auf Schlag Entdeckungen und Synthesen organischer Verbindungen, welche nötig waren, um das Material für die theoretischen Entwicklungen zu liefern. Die im Jahre 1856 erfolgte Synthese eines künstlichen Farbstoffes bildete die Grundlage für die heute so hoch entwickelte Industrie der organischen Farbstoffe, mit Hilfe derer sich die allgemeine chemische Industrie im Verein mit der Herstellung künstlicher Arzneistoffe und der dazu nötigen Rohmaterialien zu einem volkswirtschaftlichen Faktor ersten Ranges heraufgearbeitet hat.

Nachdem in den 40er und 50er Jahren des letzten Jahrhunderts in der theoretischen Chemie eine brauchbare Bearbeitung der Molekular- und Atomtheorie erfolgt war, brachte das Jahr 1886 durch die Aufstellung der Dissoziationstheorie von Arrhenius eine neue Wandlung. Es wurden die anorganischen Reaktionen als Ionenreaktionen erkannt und durch die Heranziehung des für den

Reaktionsverlauf so wichtigen Gesetzes der chemischen Massenwirkung sind wir auf dem heutigen Standpunkt der Chemie angelangt, nach den Gesetzen zu suchen, nach welchen die chemischen Reaktionen vor sich gehen. Dadurch ist eine neue Belebung der von Geoffroy (Seite 70) schon angedeuteten chemischen Verwandtschaftslehre geschaffen worden, welche in dieser neuen Form unter Zuhilfenahme der Mathematik bestrebt ist, den chemischen Vorgang in der exaktesten Form auszudrücken. Im allgemeinen fragt eben heute der Chemiker bei einer Reaktion nicht mehr allein, was entsteht, sondern seine Frage geht weiter, er verlangt Aufschluß darüber, wie vollzieht sich die Reaktion, und als Konsequenz davon, warum vollzieht sie sich.

Zur übersichtlichen Behandlung der geschichtlichen Entwicklung der Chemie wollen wir auch bei der ausführlichen Betrachtung uns an diese oben kurz angedeuteten Zeitperioden halten. Es wird so im ersten Bändchen die Entwicklung bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier, also bis zum Jahre 1774 ungefähr, behandelt werden, während im zweiten Bändchen die Entwicklung der Chemie vom Standpunkt der quantitativen Untersuchungen, wie sie zur Chemie der Jetztzeit führt, beschrieben wird. Das erste Bändchen ist also folgendermaßen eingeteilt:

1. Chemie der Alten bis zum 4. Jahrh. n. Chr.;
2. Zeitalter der Alchemie vom 4. Jahrh. bis zum 16. Jahrh. n. Chr.;
3. Zeitalter der Iatrochemie, 16. und 17. Jahrh. n. Chr.;
4. Zeitalter der Phlogistontheorie vom Jahre 1700 bis 1774 n. Chr.

Chemie der Alten.

Bei der Chemie der Alten müssen wir entsprechend dem schon in der Einleitung Gesagten zwischen der praktischen und der theoretischen Chemie in der damaligen Zeit unterscheiden. Beide Gebiete sind völlig voneinander getrennt, da sie sich nicht gegenseitig ergänzt haben. In dem einen Falle waren die Ziele der Chemie auf die praktische Ausnutzung chemischer Prozesse gerichtet, in dem anderen Falle sind die theoretisch behandelten chemischen Fragen nur ein Teil der philosophischen Spekulationen der damaligen Zeit. Die Quellen, aus denen wir heute unsere Kenntnisse über die Chemie der alten Völker schöpfen, sind im Laufe der letzten Jahrzehnte wesentlich vermehrt worden. Für ihre Beurteilung ist aber große Vorsicht geboten, da dieselben meist recht unklar abgefaßt sind und in ihnen eine einheitliche Terminologie vollständig fehlt. Immerhin läßt sich auf Grund dieser Quellen und der bei den verschiedenen Ausgrabungen gemachten Funde erkennen, daß einzelne Zweige der praktischen Chemie im Altertum verhältnismäßig gut ausgebildet waren. Es sei hier erinnert an die Glasfabrikation und an die Verarbeitung der Metalle; beide Operationen wurden allem Anscheine nach bei den Ägyptern und Phöniziern in viel vollkommenerer Weise ausgeführt, als dies mehrere hundert Jahre nachher bei den Griechen und Römern der Fall war.

Für die theoretische Behandlung chemischer Fragen ist besonders charakteristisch, daß das Experiment, welches uns heute als unentbehrliches Hilfsmittel er-

scheint, vollständig vernachlässigt wurde. Die theoretischen Ansichten sind also nicht aus Versuchen und Beobachtungen hervorgegangen, sondern entstammen rein spekulativen Gedanken.

Für die Beurteilung der theoretischen Ansichten im Altertum sind die Schriften der griechischen Philosophen von besonderer Wichtigkeit. Platon, Aristoteles, Dioskorides liefern uns manches Interessante in dieser Richtung. Aus späterer Zeit sind es vor allem die Libri naturalis historiae des älteren Plinius, und dann zwei mittelalterliche Handschriften, die Compositiones ad tinguenda aus dem 8. Jahrhundert und die Mappae clavicula aus dem 10. Jahrhundert, welche uns über die Chemie im Altertum wesentlichen Aufschluß geben. Die beiden letzteren besitzen einen großen historischen Wert, sind aber verhältnismäßig wenig bekannt geworden. Erst der französische Chemiker Berthelot hat gegen Ende des letzten Jahrhunderts auf diese wichtigen Dokumente hingewiesen.

Im allgemeinen ist die Naturlehre völlig beherrscht von der Elementenlehre, d. h. von der Frage nach den letzten Bestandteilen der Körper. Tonangebend in dieser Richtung war der Grieche Aristoteles von Stagira (384 bis 322 vor Chr.), doch ist zu berücksichtigen, daß seine Ansicht über die Elemente nicht allein von ihm stammt, daß vielmehr auch andere und ältere Philosophen, wie Platon, Empedokles usw., ähnliche Ansichten ausgesprochen haben, und daß sich die ganze Ansicht von den Elementen wahrscheinlich an philosophische Spekulationen der alten Inder und eventuell auch der Chinesen anlehnt.

Der Elementgedanke geht davon aus, daß die Körper in ihren letzten Bestandteilen aus gewissen Grundstoffen,

sogenannten Elementen bestehen, in welche sich alle bei ihrer Teilung zerlegen lassen. Die Elemente selbst sind qualitativ umwandelbar und als den Körpern der Möglichkeit nach innewohnend aufzufassen. Eine Mischung dieser Elemente konstituiert die Körper in Wirklichkeit. Die Verwandlung eines Körpers in einen anderen erfolgt durch Trennung der Körper in ihre Elemente und Mischung dieser letzteren in veränderter Anordnung. Empedokles aus Agrigent (um 440 v. Chr.) kennt vier Elemente, Luft, Wasser, Erde und Feuer, und betrachtet sie als Grundlagen der Welt.

Wir müssen annehmen, daß die „Aristotelische Lehre" von diesen Elementen nicht davon ausging, in denselben die Urbestandteile anzusehen, sondern mit ihnen nur gewisse Zustände der Materie, ihre Grundeigenschaften, zu bezeichnen. Aristoteles ging eben von dem Bestreben aus, in der Materie gewisse Eigenschaften, welche derselben gemeinsam sind, oft zu suchen. Hierbei ist a priori klar, daß er zu diesem Zwecke nur die fühlbaren Eigenschaften heranzog. Es galten deshalb für ihn als Elementareigenschaften: „feucht", „naß", „kalt", „warm", „trocken", „schwer", „leicht", „hart", „weich" usw. Von diesen trennte er wieder als die eigentlichen Ureigenschaften nach seinem Sinn „heiß", „kalt", „trocken" und „feucht" und nahm an, daß je zwei dieser Eigenschaften einem Element zukommen. Es kann also ein Element „trocken und heiß", „feucht und kalt", aber nicht „feucht und trocken", „kalt und heiß" zugleich sein. Auf diese Weise erhält er die vier Elementarzustände der Materie und bezeichnet denjenigen der Trockenheit und Hitze als „Feuer", den der Hitze und Feuchtigkeit als „Luft", den der Feuchtigkeit und Kälte als „Wasser" und den der Kälte und Trockenheit als „Erde". Bald stellte sich

aber heraus, daß diese vier Elemente nicht ausreichend waren, und so nahm er im Weltall noch ein fünftes Element an, welchem er eine höhere „ätherische“ Natur zuschrieb. Er bezeichnete hiermit ungefähr dasselbe, was man im Mittelalter unter dem Ausdruck „quinta essentia“ verstand.

Mit Hilfe seiner vier Elemente definierte er auch den Begriff des festen Zustandes als eine Kombination von Trockenheit und Kälte, welche jedoch durch eine entgegengesetzte Kombination aufgehoben werden konnte, z. B. durch die von Feuchtigkeit und Hitze; auf diese Weise suchte er den Prozeß des Auflösens oder des Schmelzens zu erklären.

Über mehr rein chemische Vorgänge berichtet auch Theophrastos, ein Schüler von Platon und Aristoteles (geb. 371 v. Chr. auf der Insel Lesbos, gest. 286 zu Athen). Seine Mitteilungen erstrecken sich hauptsächlich auf die Chemie der Mineralien, was schon aus dem Titel seines Buches περὶ λίθων zu entnehmen ist. Wir finden in demselben Mitteilungen über den Zinnober, das Schwefelwasser, ferner Angaben über die Bereitung des Bleiweißes und der Mennige und erstmalige Erwähnung der Steinkohlen.

Der Begriff der Gase an und für sich war bei den alten Völkern wenig ausgeprägt. Plinius bezeichnet wahrscheinlich im Anschluß an die Aristotelische Lehre die Luft als ein Element, welches nach oben strebt, wogegen die Erde und das Wasser das Bestreben hat, sich nach unten zu bewegen. Vitruvius, welcher unter Cäsar und Augustus Kriegsbaumeister war und sich vielfach mit Mechanik Wasserwerken und Maschinen beschäftigte, schreibt jedoch der Luft auch eine gewisse Schwere zu, und infolgedessen die Fähigkeit, einen Druck nach unten auszuüben,

da er sich nur so das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen erklären konnte. Über die chemische Zusammensetzung der Luft und über die Natur der anderen Gase haben sich die alten Chemiker keine Begriffe zu machen versucht.

Viel intensiver haben sie sich dagegen mit dem Wasser beschäftigt. Eine Reihe von Philosophen vertrat die Annahme, daß aus dem Wasser durch Verdichtung feste Materie, also Erde, entstehen könne. Wir finden in diesem Sinne bei Diodor (30 v. Chr.) die Bemerkung, daß der Bergkristall aus dem reinsten Wasser unter der Einwirkung himmlischen Feuers sich gebildet habe. In diesem Falle wäre also die Umwandlung des Wassers in Erde durch die Hitze erfolgt. von anderen Chemikern wird aber auch die Ansicht vertreten, daß diese Umwandlung nicht durch Hitze, sondern durch andauernde Kälte erfolgt sei, wofür dann die Bezeichnung κρύσταλλος (Eis) spricht.

Ungleich weiter entwickelt waren die mehr empirischen Kenntnisse der alten Völker in chemisch-technischen Fragen und unter diesen tritt die Bearbeitung der Metalle in den Vordergrund. Der Name Metall stammt nach Plinius daher, daß dieselben nie allein, sondern in Gängen hintereinander (μετ' ἄλλα) vorkommen, doch sind auch andere Ableitungen bekannt. Über die Entstehung der Metalle und Erze im Erdinnern herrschten die abenteuerlichsten Vorstellungen, sie sollen in den Eingeweiden der Erde durch Zutritt von Luft erzeugt werden. Verhältnismäßig genaue Angaben über die Gewinnung der Metalle aus den sie enthaltenden Erzen finden wir bei Plinius und Dioskorides. Bei den Israeliten sind sechs Metalle erwähnt: Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei und Zinn.

Gold und Silber sind infolge ihres Vorkommens in

gediegenem Zustande und wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie sich bearbeiten lassen, wohl sehr frühe bekannt geworden. Zur Zeit der Ägypter wurde das Gold hauptsächlich in Nubien gefunden, die Phönizier holten es aus dem goldreichen Lande Ophir, welches wahrscheinlich in Indien oder Arabien zu suchen ist. Die Gewinnung des Goldes sowohl durch Schlämmen des gemahlenen Erzes und Waschen des goldhaltigen Sandes in Flußläufen, als auch durch Amalgamierung war den Alten bekannt (Seite 15). Von den Eigenschaften des Goldes wird bei Plinius seine große Dehnbarkeit erwähnt, welche seine Verwendung zum Vergolden von Gegenständen ermöglichte.

Das Silber wurde erst nach dem Golde bekannt; es läßt sich ja auch schon wesentlich schwerer verhütten als das Gold. Die Phönizier haben es wohl aus Armenien und Spanien eingeführt. Eine Trennung des Silbers vom Gold durch Glühen mit Salz und Blei war den Ägyptern schon 1300 v. Chr. bekannt.

Die Kenntnisse über das Kupfer gehen ebenfalls bis in das fernste Altertum zurück. Seine Hauptfundstätte war die Insel Cypern, nach welcher es auch seinen Namen „aes cyprium“ erhalten hat. Es wurde hauptsächlich in Form seiner Legierung mit Zinn als „Bronze“ oder „Erz“ zur Herstellung von Waffen, Schmuckgegenständen und dergleichen verwendet, und zwar schon zu einer Zeit, als diesen Völkern das reine Zinn noch nicht bekannt war.

Der Gehalt an letzterem ist sehr wechselnd, wie die mit ausgegrabenen Bronzegegenständen ausgeführten Analysen besagen, auch enthalten diese Bronzen noch geringe Mengen von Blei oder anderen Metallen. Eine Streitaxt aus Ilion besteht aus 96,41 % Kupfer und 4,39 % Zinn,

eine griechische Bronze aus 81,7 % Kupfer, 10,9 % Zinn, 5,2 % Blei, 1,2 % Kobalt und ein gallisch-römisches Beil aus 77,77 % Kupfer und 19,61 % Zinn.

Auch einige Verbindungen des Kupfers, wie das Kupferoxydul und der blaue Vitriol, waren wenigstens zu Plinius' Zeiten bekannt, jedenfalls macht derselbe genaue Angaben über ihre Darstellung.

Das Eisen wurde schon früh durch Schmelzen in Schmelzöfen aus seinen Erzen, Brauneisenstein und Magneteisenstein, hergestellt. Weiterhin waren die Ägypter über das Härten des Eisens, also die Herstellung von Stahl, unterrichtet, derselbe wurde für eine geringere Sorte Eisen gehalten. Von Plinius ist auch die Fähigkeit desselben, bei Berührung mit einem Magnetstein magnetisch zu werden, erwähnt.

Das Zinn ist, wie die Sage berichtet, auf den Inseln des Atlantischen Ozeans, wahrscheinlich in Britannien, geholt worden und war wegen seiner Verwendung zur Herstellung von Bronze sehr geschätzt.

Das Blei wird in den Büchern des Alten Testaments als ophéret schon erwähnt, von den Griechen wurde es als μόλυβδος bezeichnet. Plinius beschreibt eine Trennung des Bleis vom Zinn und Silber durch Schmelzen: „Der erste Fluß, der aus dem Ofen läuft, ist Zinn (Stannum), der zweite ist Silber und der Rückstand ist Bleiglätte." Von den Verbindungen des Bleies werden die Bleiglätte, Lithargyrum, ferner die Mennige, Minium oder Miniumzinnober, genannt, auch das Bleikarbonat, Cerussa, war bekannt. Die Mennige wurde schon damals durch Glühen von Bleiweiß erhalten. Das Blei fand in den ältesten Epochen weitverbreitete Verwendung zu verschiedenen Gebrauchsgegenständen, wie Münzen, Gewichten, dann Wasserleitungsröhren usw.

Das reine Zink wird erst verhältnismäßig spät erwähnt, dagegen findet sich ein Zinkerz unter dem Namen „cadmia“ wiederholt genannt. Die Legierung desselben mit Kupfer, das Messing, findet sich im späteren Altertum sehr verbreitet, ihr Vorkommen vor dem 1. Jahrhundert v. Chr. ist aber unsicher.

Als flüssiges Silber bezeichnet Theophrastos (um das Jahr 300 v. Chr.) das Quecksilber und stellt es durch Behandeln des Zinnobers mit Kupfer und Essig dar. Bei Dioskorides finden wir als Methode zu seiner Darstellung die Destillation mit Eisen und von Plinius wird als Reinigung des rohen Metalles das Durchpressen durch Leder empfohlen. Interessant ist übrigens, daß derselbe einen Unterschied macht zwischen dem natürlich vorkommenden Quecksilber und dem künstlich erhaltenen; das erstere nennt er Argentum vivum, das letztere Hydrargyrum. Daß Plinius auch das leichte Amalgamierungsvermögen mit anderen Metallen genau kannte, geht daraus hervor, daß er von einem Zerfressenwerden von Bleigefäßen durch Quecksilber spricht.

Den Schwefel erwähnt schon Homer als Räucherungsmittel, und vermutlich wurde derselbe als solches bei vielen religiösen Gebräuchen verwendet. Als Fundstätten kamen damals schon die vulkanischen Äolischen Inseln zwischen Sizilien und Italien in Betracht. Plinius stellt ihn durch Ausschmelzen aus der schwefelhaltigen Erde und Agricola durch Rösten schwefelhaltiger Erze dar. Unter dem Einflusse der galenischen Schule (siehe Seite 39) fand er in der Heilkunde weitgehende Verwendung.

Von den Säuren kannten die Alten nur die Essigsäure, in Form des Essigs, sie waren sich aber über die Eigenschaften derselben als Säure nicht klar, obwohl schon bei den

Israeliten bekannt war, daß Erde, mit Essig übergossen, aufschäumt und gelöst wird. Diese lösende Kraft des Essigs hat wohl auch zu der märchenhaften Erzählung geführt, daß Hannibal auf seinem Zug über die Alpen die Felsen mit Essig weggeräumt habe.

Ebenso mangelhaft sind die Mitteilungen über alkalische Substanzen. Dieselben erstrecken sich in der Hauptsache auf die Beschreibung der Gewinnung von Pottasche aus der Asche, ferner auf die Fähigkeit dieser, sich mit Schwefel zu vereinigen und die Farbe grüner Pflanzen zu zerstören. Außerdem wurde die natürlich vorkommende Soda in ausgedehntem Maße zu der später zu beschreibenden Glasbereitung verwendet.

Das Brennen des Kalkes und seine Verwendung zur Bereitung von Mörtel war ebenfalls bekannt, ferner auch die Darstellung von Lauge durch Einwirkung von Kalk auf Soda oder Pottasche.

An die Säuren und Basen reihen sich die Salze an, auch über sie waren die Kenntnisse nur mangelhaft, wenn wir auch von denselben in den alten Schriften verschiedene erwähnt finden. Neben der obenerwähnten Soda und Pottasche war das Kochsalz in den allerältesten Zeiten bekannt, und wurde durch Eindunsten des Meerwassers in Salzlachen unter der Wirkung der Sonnenwärme oder auch durch Aufgießen desselben auf brennendes Holz hergestellt; das hierzu verwandte Holz sollte auf die Güte des Salzes von bedeutendem Einfluß sein. Als besonders vorteilhaft wird zum Teil das Eichenholz, zum Teil das Haselholz empfohlen, da ihre Asche schon ohne weiteres die Kraft des Salzes besäße.

Der Alaun ist schon bei Herodot im 8. Jahrh. v. Chr. erwähnt, doch scheint nur der natürlich vorkommende, nicht aber ein künstlich hergestellter bekannt

gewesen zu sein, denn Plinius bezeichnet ihn als einen natürlich vorkommenden Salzsaft der Erde. Verwendung fand er hauptsächlich zum Beizen von Wolle und bei der Herstellung des Leders, er wurde aber auch vielfach von den Ärzten als Heilmittel gebraucht. Der Salpeter, welcher den Römern bekannt war, scheint mit dem heutigen nicht identisch zu sein; die Angaben von Plinius über sein Nitrum sind sehr verworren und dunkel.

Der Kupfervitriol wurde aus den Grubenwässern erhalten, er diente bei den Römern als Schusterschwärze. Außerdem fand er auch in der Heilkunde Verwendung, erwähnen doch Plinius und Dioskorides seine brechenerregende Eigenschaft.

Wir haben eben gehört, daß schon in frühester Zeit die Soda und Pottasche allgemein bekannt war; dies steht mit der Kenntnis der Glasfabrikation in engem Zusammenhange. Die erste genaue Vorschrift zur Herstellung von Glas finden wir erst bei Plinius. Nach den verschiedenen Funden in den ägyptischen Grabstätten ist man aber genötigt anzunehmen, daß die Glasbereitung bei diesem Volke schon frühe und verhältnismäßig vollkommen entwickelt war, und daß dieselben auch sehr gut verstanden, farbige Gläser, ferner Emaillen und künstliche Edelsteine herzustellen. Zu Plinius' Zeiten begann man auch in Spanien und Gallien Glashütten anzulegen. Ebenso wie die Glasbereitung kannten die alten Völker auch die Herstellung irdener Gefäße, wobei es den Anschein hat, daß die Etrurier die keramische Industrie auf eine besonders hoch entwickelte Stufe gebracht hatten. Während die Chinesen schon in der Zeit vor Christi Geburt mit der Herstellung des Porzellans wohlvertraut waren und dasselbe auch als Gebrauchsgegenstände benutzten, finden wir bei den orientalischen Völkern ebensowenig, wie bei

den Griechen und Römern irgendwelche Andeutung, welche darauf würde schließen lassen, daß ihnen dieser Teil der Silikatindustrie geläufig gewesen wäre.

Wie in der Glasfabrikation, so hatten sich auch in der Färberei die Phönizier und Ägypter eine verhältnismäßig große Fertigkeit erworben. Wohlbekannt war im allgemeinen die Fixierung gewisser Farbstoffe auf den Geweben mit Hilfe von Beizen, vor allem mittels Alauns. Als Farbstoff verwendete man den Purpur, dessen Bearbeitung hauptsächlich von den Phöniziern betrieben wurde. Plinius kennt ferner den Krappfarbstoff und die Orseille. Nach den Angaben des letzteren fanden teils als Malerfarben, teils zum Färben von Geweben Verwendung Bleiweiß, Zinnober, Mennige, Smalte, Grünspan, Eisenoxyd, Kienruß, Schwefelantimon, Realgar, Auripigment, Schwefelblei und Indigo. Der Kienruß diente mit Gummi gemischt auch als Tinte.

Schon in damaliger Zeit wurde nach den Angaben von Plinius in Germanien und Gallien Seife aus tierischem Fett und Aschenlauge, welche durch Zusatz von Kalk verstärkt wurde, bereitet. Man machte sogar schon einen Unterschied zwischen harter und weicher Seife, je nachdem Soda, welche aus der Asche der Strandpflanzen gewonnen wurde, oder Pottasche zu ihrer Herstellung Verwendung fand.

Von den Medizinern jener Zeit erfuhr die Chemie im allgemeinen keine weitere Förderung. Wenn dieselben sich auch einiger chemischer Präparate als Heilmittel bedienten, so beschränkten sie sich in der Hauptsache auf die Verabreichung von Pflanzensäften, ohne jede Beziehung zur Chemie. Immerhin war aber die Ausübung der Heilkunde schon damals mit so viel chemischen Manipulationen eng verknüpft, daß man berechtigt ist zu sagen,

die Anfänge der pharmazeutischen Chemie reichen bis in die ältesten Zeiten zurück.

Außer der Zersetzung der Fette mit Pottasche und Soda kannte man auch diejenige mit Bleiglätte, welche zur Herstellung von Pflastern benutzt wurde. Von den anderen chemischen Präparaten der damaligen Zeit fanden zu Heilzwecken Verwendung Alaun, Soda, Bleiweiß, Grünspan, Eisenrost, Schwefel und Kupfervitriol.

Aus dem Gebiet der organischen Chemie war die Darstellung der Stärke aus Weizen, die Gewinnung von Terpentinöl durch Destillation des Fichtenharzes und die Darstellung einer Reihe von fetten Ölen durch Auspressen von Samen und Früchten bekannt. Zu den letzteren gehören besonders Oliven-, Mandel- und Rizinusöl.

Zeitalter der Alchemie.

Wie wir aus dem vorhergehenden Kapitel ersehen konnten, war, abgesehen von den naturphilosophischen Spekulationen des Aristoteles usw., die Arbeitsrichtung der alten Chemiker dem täglichen Bedarf angepaßt. Es herrschte keine bestimmte Richtung vor, welche von entscheidendem Einflusse auf die Gesamtentwicklung der Chemie gewesen wäre. Um das 4. Jahrhundert n. Chr. trat hier ein Umschwung ein. In den Vordergrund des Interesses trat die Aufgabe, edle Metalle aus unedlen mit Hilfe von chemischen Operationen herzustellen. Unter diesem Zeichen stand die Chemie vom 4. Jahrhundert bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts n. Chr. Dieses Zeitalter wird mit dem besonderen Namen als Zeitalter der Alchemie bezeichnet.

Über die Herkunft des Namens Chemie sind schon zahlreiche Untersuchungen ausgeführt worden. Der Orientalist G. Hoffmann kam bei seinen Studien zu dem Schlusse, daß χημεία, genau wie μαγεία oder μεταλλεία, eine Tätigkeit oder eine Beschäftigung bedeute. In diesem Falle haben wir dann die Beschäftigung mit dem „Chêmô", dem „Schwarzen", der „Schwarzung" oder dem „schwarzen Präparat", welches bei den Verwandlungen in der damaligen Zeit eine große Rolle spielte.

Auch E. O. v. Lippmann schließt sich in seinem Werke über die Entstehung der Alchemie dieser Ansicht an; er sagt, daß diese Deutung alle anderen an Wahrscheinlichkeit, an Anschaulichkeit und an Fülle der durch

sie erschlossenen Beziehungen übertrifft. Der Name Alchemie entstand dann aus dem Wort χημεία und dem arabischen Präfix al.

Der Ursprung der Alchemie ist mit gewissen Einschränkungen auf die ägyptischen Gotteshäuser zurückzuführen, in welchen nach systematischen Verfahren der Ersatz kostbarer Metalle und Farbstoffe bearbeitet wurden. Den mächtigsten Einfluß auf die alchemistischen Theorien haben die griechischen Philosophen ausgeübt. Dieser Einfluß war so mächtig, daß die Alchemisten der Syrer und Araber die eigentliche Alchemie um keinen einzigen neuen oder originellen Gedanken bereicherten, sondern ausschließlich sich an ihre griechischen Vorfahren anlehnten. Die Rolle der Araber ist, wie auch später noch erwähnt werden wird, eine empfangende und vermittelnde.

Leider sind die Schriften der griechischen Alchemisten nicht mehr in der ursprünglichen Form vorhanden, sondern durch spätere Alchemisten ergänzt und überarbeitet worden. Wir werden im folgenden daher öfters Gelegenheit haben darauf hinzuweisen, daß Schriften, die unter Namen des einen oder anderen Alchemisten laufen, nicht in der vorliegenden Form von ihnen verfaßt sind, sondern entweder in späterer Zeit ergänzt worden sind oder überhaupt aus späterer Zeit stammen. So stellen auch die besten und vollständigsten Manuskripte, welche wir besitzen, wie die in Venedig und Paris, nur verstümmelte Überreste vor. Und diese sind trotz der Bearbeitung durch Berthelot bis heute noch nicht wirklich zuverlässig und wissenschaftlich einwandfrei bearbeitet worden.

Bei der Beurteilung der Alchemie müssen wir unter allen Umständen einen prinzipiellen Unterschied machen zwischen der Alchemie, welche sich aus den Theorien der griechischen Philosophen entwickelt hat, und der

sogenannten Goldmacherkunst, welche mehr oder weniger betrügerischen Manipulationen gedient hat.

Die ganze Anschauungsweise des Aristoteles ist von dem Gedanken durchdrungen, daß die Körper aus verschiedenen Eigenschaften, wie kalt und trocken oder heiß und feucht usw., zusammengesetzt sind und so ist es wohl erklärlich, wenn man auf die Idee kam, daß das Gold eben aus gelb und glänzend bzw. anderen ähnlichen Begriffen bestehe. Nichts lag aber dann näher, als daß man durch Zusammenbringen von Körpern, welche einzeln eine von diesen Eigenschaften besaßen, Gold erhalten könne. Von diesem Gesichtspunkte aus erklären sich auch die Versuche, welche von den Alchemisten zu diesem Zwecke mit Schwefel und Quecksilber angestellt wurden. Der Schwefel war dasjenige, was die Eigenschaft der gelben Farbe, und das Quecksilber dasjenige, was die Eigenschaft des Glänzenden bedingen sollte. Da Gold gelb und glänzend war, so mußte man also nach Ansicht der Alchemisten aus Schwefel und Quecksilber Gold erhalten.

Solche Gedanken dürften natürlich noch wesentlich unterstützt worden sein durch die Möglichkeit der Herstellung von gold- bzw. silberähnlichen Legierungen. Es war z. B. bekannt, daß das Kupfer durch Zusatz von Zink eine goldgelbe, durch Zusatz von Arsen eine silberweiße Farbe annimmt, und daß solche Legierungen in früherer Zeit tatsächlich mitunter als Verwandlungen angesehen wurden, geht aus Schriften des 8. Jahrhunderts deutlich hervor. Es wird dort hervorgehoben, daß das Kupfer zwischen Gold und Silber stehe und sowohl in das eine, wie auch in das andere verwandelt werden könne, was ja nach dem oben Gesagten leicht begreiflich ist. Mit dem Fortschritt in der Erkenntnis chemischer Tatsachen wurde aber dann bald bemerkt, daß das so

erhaltene Gold nicht mit dem wahren identisch sei. Man suchte durch geeignete Prozesse die unedlen Metalle in die form- und eigenschaftslose Urmaterie zurückzuführen, welche als „Schwärze“, „schwarze Brühe“, „schwarze Asche“ bezeichnet wird. Aus dieser läßt sich durch gewisse Zusätze das „große Werk“, die Bildung der edlen Metalle erreichen. Diese Ansicht schließt sich an die Neuschaffungen im Kosmos oder an die Neuentwicklung im Pflanzen- und Tierreiche an. Um diese Umwandlungen ausführen zu können, müßte man noch ein besonderes Elixier benutzen, das als „Stein der Weisen“, „Lapis philosophorum“, „das große Elixier“, „großes Mysterium“, „rote Tinktur“ oder „Medizin dritter Ordnung“ in den Schriften der Alchemisten genannt wird. Es war daher die Hauptaufgabe der Alchemisten, diesen geheimnisvollen Stein der Weisen zu finden, über dessen Bereitung sie sich in mystischer Weise ausdrücken. Von vielen von ihnen wurde außer dieser Umwandlung auch eine gleichzeitige Gewichtsvermehrung durch ihn angenommen. Außerdem schrieben sie ihm auch noch andere mystische Eigenschaften zu, von denen hier nur erwähnt werden soll, daß verschiedene Alchemisten überzeugt waren, durch seine Wirkung auch eine Verlängerung des menschlichen Lebens zu erzielen, daher wohl auch die Bezeichnung „Medizin dritter Ordnung“ bei Pseudo-Geber. Wir können aber trotz all dieser mystischen Beschreibungen, in welche die resultatlosen Versuche der Metallveredelung eingekleidet wurden, in diesem Zeitalter eine bedeutende Erweiterung der allgemeinen chemischen Kenntnisse beobachten. Der Grund hierfür ist wohl darin zu suchen, daß die damaligen Forscher, wenn auch noch in beschränktem Maße, so doch merklich fühlbar das Experiment als Grundlage der Forschung ansahen. Es zeigt sich dies

schon daraus, daß man in der damaligen Zeit mit einer Reihe von Hilfsmitteln zum Experimentieren, wie z. B. mit den Operationen des Filtrierens, Destillierens und Sublimierens, wohlvertraut war; auch wurden damals schon vielfach Wasser- und Aschenbäder benutzt. Dagegen war das Verständnis der chemischen Prozesse sehr gering; nur selten findet man das Bestreben nach einer Erklärung derselben, und wo dies einmal geschieht, ist sie nie hypothesenfrei.

Die Hauptpflegestätte alchemistischer Studien in der früheren Zeit war Ägypten und dort besonders die Schule der Alexandriner. Alles was wir von der Alchemie aus dem 4. bis 6. Jahrhundert n. Chr. wissen, gründet sich auf die schriftlichen Überlieferungen der Angehörigen dieser Schule. Zu erwähnen sind hier auch die Schriften, als deren Verfasser der griechische Philosoph Demokritos gilt. Die neueren Forschungen haben aber ergeben, daß es sich hier um Pseudoepigraphen handelt.

Weiterhin sind uns einige Mitteilungen aus dem 4. Jahrhundert von Zosimos aus Panopolis erhalten geblieben. Seine Mitteilungen, welche zum größten Teil geheimnisvolle mystische Rezepte vorstellen, wurden von den späteren Alchemisten hoch verehrt und scheinen auch auf die alchemistische Richtung des Mittelalters von Einfluß gewesen zu sein. Aus der Zeit um das Ende des 5. Jahrhunderts, also zu einer Zeit, in welcher die alchemistischen Studien der Alexandriner in höchster Blüte gewesen sein scheinen, besitzen wir einige Werke von Synesios, dem bekannten Bischof von Ptolemais, sowie von Olympiodor. Aber auch bei ihnen findet man wenig Angaben, welche sich auf rein chemische Tatsachen beziehen, doch ist aus diesen Schriften eine gewisse Verfeinerung und Vervollkommnung der chemischen Apparate, besonders

des Destillierens und Sublimierens zu erkennen. Ob alle Schriften, für deren Verfasser Synesios genannt wird, von dem Bischof von Ptolemais stammen, ist zweifelhaft.

Am Ende des 7. Jahrhunderts fielen die ägyptischen Kulturstätten und mit ihnen die Alexandrinische Bibliothek der Zerstörungswut der in Ägypten einbrechenden Araber zum Opfer. Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Volksstamm in verhältnismäßig kurzer Zeit die in den von ihm eroberten Ländern vorhandenen Kenntnisse sich angeeignet hat, machte es möglich, daß die Errungenschaften der Alexandrinischen Schule nicht verlorengingen. Infolgedessen finden wir schon um die Mitte des 8. Jahrhunderts in dem von den Arabern beherrschten Spanien eine Reihe von Kunst- und Kulturstätten, welche von den Wißbegierigen aller Länder besucht wurden. Außer der Medizin, Mathematik und Optik, mit welcher sich die Gelehrten der damaligen Zeit beschäftigten, wurde in den Akademien Spaniens auch eifrig Alchemie gepflegt.

Den bedeutendsten Namen unter den Alchemisten jener Zeit besaß der arabische Arzt Abu Moussa Dschafar al Sofi, von den Abendländern Geber genannt. Derselbe hat im 9. und 10. Jahrhundert gelebt und schloß sich in seinen chemischen Ansichten eng an die griechisch-alexandrinischen Alchemisten an, wie aus arabischen Originalhandschriften hervorgeht. Nun bestehen aber auch noch zahlreiche lateinische Schriften, als deren Verfasser Geber bezeichnet wurde. Eingehende Studien des französischen Chemikers Berthelot haben aber ergeben, daß diese lateinischen Schriften nicht von Geber herrühren. Es sind deshalb dem wahren Geber bisher Kenntnisse und Meinungen zugeschrieben worden, welche er gar nicht gehabt hat, so daß man genötigt ist, den echten Geber von dem Pseudo-Geber zu unterscheiden.

Von Spanien aus fand dann die Alchemie ihren Weg über Frankreich und Italien nach Deutschland und den slawischen Reichen. Den ersten mit Sicherheit nachweisbaren, in Deutschland lebenden Alchemisten finden wir um das Jahr 1063 am Hofe Adalberts von Bremen. Als die bedeutendsten Alchemisten sind zu nennen: Albertus Magnus, Roger Baco, Arnaldus Villanovanus und Raymundus Lullus. Für diese um das 13. Jahrhundert lebenden Männer galt die Transmutation der Metalle als unumstößliche Tatsache. Es existieren von ihnen eine große Anzahl von Schriften, doch scheint, wie bei Geber, auch bei ihnen in späterer Zeit viel hinzu gemacht worden zu sein.

Albertus Magnus, mit seinem richtigen Namen Albert von Bollstädt. war im Jahre 1193 zu Lauingen an der Donau geboren. Er lehrte erst als Dominikanermönch öffentlich in verschiedenen Städten Deutschlands und Frankreichs und wurde im Jahre 1260 Bischof von Regensburg, zog sich aber 1265 in ein Dominikanerkloster zurück und starb in einem solchen zu Köln. Unter seinen zahlreichen Schriften beansprucht „de minerabilibus" besonders Erwähnung, wogegen zahlreiche andere zum Teil unecht, zum Teil untergeschoben sind.

Roger Baco war um das Jahr 1214 in der englischen Grafschaft Somerset geboren; auch er war von Haus aus Theologe und erwarb seine Kenntnisse in Oxford und Paris; sein vielseitiges, ja staunenerregendes Wissen erwarb ihm den Beinamen „Dr. mirabilis". Er verfolgte hauptsächlich die bewußte und überlegte Ausbeutung von Versuchen und drückte damit der Chemie ein für die damalige Zeit eigenartiges Gepräge auf, welches aber für ihre weitere Fortentwicklung von einschneidendem Einflusse war. Sein äußeres Leben war an Verfolgungen und

Strafen sehr reich; er starb wahrscheinlich im Jahre 1294. Die wichtigsten Schriften, welche Roger Baco zugeschrieben werden, sind Opus majus, Speculum alchemiae, Breve breviarium de dono Dei.

Arnaldus Villanovanus lebte in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts als Arzt in Barcelona. Da der dortigen Geistlichkeit seine Lehren Ärgernis verursacht hatten, mußte er fliehen und fand nach längerem Umherirren in französischen und italienischen Städten Schutz und Unterkommen am Hofe König Friedrichs II. in Sizilien. Er verfügte über bedeutende praktische chemische Kenntnisse und förderte durch dieselben die Arzneikunde der damaligen Zeit nicht unerheblich. Im Jahre 1313 kam er durch Schiffbruch ums Leben, als er einem Rufe des schwer erkrankten Papstes Klemens V. nach Avignon Folge leisten wollte. Auch er wird als Verfasser zahlreicher Schriften genannt, welche aber, und zwar wohl sämtlich von seinen Schülern, untergeschoben sind. Sie führen die Titel Rosarius philosophorum, De vinis, De venenis.

Raymundus Lullus soll um das Jahr 1235 als Sprößling einer spanischen Adelsfamilie geboren sein. Seine Jugend verbrachte er am aragonischen Hofe, bis er sich im 30. Lebensjahre, nach seinen eigenen Aussagen durch eine göttliche Vision veranlaßt, den Wissenschaften widmete. Verschiedene Schriften über die Metallveredlung, deren Inhalt aber recht unklar und dunkel ist, tragen seinen Namen.

Doch sind sicherlich nicht alle von ihm, sondern wahrscheinlich später von seinen katalonischen und provenzalischen Schülern untergeschoben worden, der Historiker hat daher bei der Beurteilung derselben einen schweren Standpunkt. Nach verschiedenen Angaben soll er sich im Alter

hauptsächlich mit der Bekehrung von Ungläubigen in Afrika beschäftigt haben und bei dieser Veranlassung um das Jahr 1315 durch Steinigung den Tod gefunden haben. Die als echt angesehenen Schriften von Raymundus Lullus sind „Testamentum“, „Codicillus seu Vademecum“ und „Experimenta“.

Außer diesen vorstehend erwähnten Gelehrten findet man im 14. Jahrhundert in den verschiedenen Ländern noch eine ganze Reihe von Leuten, welche unter dem Namen Alchemisten laufen, doch haben weder ihre Arbeiten noch ihre Schriften wertvolle Erweiterungen für das chemische Wissen gebracht. Die zerrütteten Finanzverhältnisse vieler europäischer Staaten gaben die Veranlassung, daß die Fürsten der damaligen Zeit sich eigene Alchemisten hielten mit dem Gedanken, durch die event. mögliche Umwandlung unedler Metalle in Gold ihrer Geldnot abzuhelfen. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß diese eigentlich den Namen „Goldmacher“ verdienen und daß sie es in erster Linie waren, welche die Alchemie dazu benutzten, Betrügereien und Schwindeleien besser zu verbergen. Denn wie oft kamen diese Leute in die Lage, ihre gutbezahlte Stellung zu verlieren, wenn sie nicht auch eine Probe ihrer Kunst ablegten! Was gewünscht wurde, ließ sich dann auch finden, der Weg war Nebensache. Man braucht sich deshalb auch nicht zu verwundern, daß der Erfolg solcher alchemistischen Bestrebungen der war, daß das Ansehen der Chemie immer mehr sank und eine gewisse Mißachtung derselben immer mehr zunahm.

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts kam jedoch neues Leben in die zerrütteten Zustände und damit begann auch der Übergang in ein neues Zeitalter. Früher wurde dieser Umschwung mit der Person des Basilius Va-

lentinus verknüpft, es unterscheiden sich auch die seinen Namen führenden Schriften wesentlich von denjenigen der früheren Alchemisten durch eine für die damalige Zeit auffallende Gediegenheit der chemischen Kenntnisse. Die historische Forschung hat aber ergeben, daß die ihm zugeschriebenen Werke ähnlich wie diejenigen Gebers und anderer Alchemisten durch später lebende Chemiker ergänzt worden sind, so daß es vielfach unmöglich ist, das, was in ihnen von Basilius Valentinus stammt, von demjenigen zu unterscheiden, was später dazu gemacht worden ist. So weiß die Geschichte über den früher als Benediktinermönch beschriebenen Alchemisten nichts Genaues; wir haben es eben auch hier wieder mit einem sog. Pseudo-Basilius zu tun. Der Ratskämmerer Tölde in Frankenhausen (Thüringen), welcher übrigens, wie seine Zeitgenossen, die Werke des Basilius für echt gehalten hat, gab eine Sammlung der Werke des Basilius heraus; sie führen folgende Titel: Der Triumphwagen des Antimonii; Von dem großen Stein des uralten Weisen; Offenbarung der verbotenen Handgriffe; Letztes Testament; Schlußreden.

Wenn wir im Anfang dieses Kapitels hervorgehoben haben, daß das Ziel, welches die Alchemisten angestrebt hatten, die Veredlung der Metalle war, so mußten sie sich notwendigerweise die Frage nach deren Zusammensetzung vorgelegt haben. Diese scheint den früheren Chemikern wenig Kopfzerbrechen gemacht zu haben, denn die erste dahingehende Angabe finden wir in der Geberschen Schrift „Summae perfectiones magisterii“; sie ist sicherlich für sämtliche späteren Ansichten in dieser Richtung tonangebend gewesen. Diese Erörterung über die Zusammensetzung der Metalle ist jedenfalls wesentlich beeinflußt von der Beobachtung, daß das

Quecksilber sich außerordentlich leicht mit anderen Metallen zu den sogenannten Amalgamen vereinigt, denn es wird die Ansicht ausgesprochen, daß alle Metalle Quecksilber enthalten. Die Amalgame selbst werden als eine Lösung des betreffenden Metalles in Quecksilber bezeichnet, zugleich wird aber angenommen, daß das letztere nur solche Stoffe löst, welche gleichwertig mit ihm sind. Außer Quecksilber enthalten die Metalle noch Schwefel, und der Unterschied der einzelnen Metalle untereinander ist durch den verschiedenen Gehalt an Quecksilber und Schwefel bestimmt. Die edelsten Metalle, wie Gold und Silber, enthalten viel Quecksilber und wenig Schwefel und beides in größter Reinheit. Danach mußte es also ein Mittel geben, mit dessen Hilfe man den Überschuß an den beiden Bestandteilen über die Zusammensetzung des Goldes entfernen könnte, und ein solches mußte eben der „Stein der Weisen“ sein. Von diesem Gesichtspunkte aus könnte man also den letzteren als ein Ferment auffassen, welches zugesetzt durch eine Art Gärung so lange eine Ausscheidung des im Überfluß vorhandenen Bestandteiles veranlassen würde, bis die Zusammensetzung des Goldes erreicht wäre. Das war, abgesehen von einigen kleineren Abweichungen und Erweiterungen, in der Hauptsache die herrschende Ansicht über die Konstitution der Metalle während des ganzen Zeitalters der Alchemie. Solche Abweichungen finden wir z. B. bei Albertus Magnus, welcher als Bestandteile der Metalle Arsenik, Wasser und Schwefel annahm, oder bei Raymundus Lullus, der nicht allein die Metalle aus Quecksilber und Schwefel bestehend auffaßte, sondern diese zwei Bestandteile allen Körpern zuschrieb. Verschiedentlich wurden gegen derartige Hypothesen schwere Bedenken geäußert, und um diese zu beseitigen, ließen sich ihre Anhänger in immer weiter-

gehende Spekulationen ein, so daß man z. B. die Behauptung aufstellte, die als Bestandteile der Metalle angesehenen Stoffe Quecksilber und Schwefel seien mit den so benannten nicht identisch. Dieselbe Ansicht gilt natürlich auch von dem in den Schriften des Basilius Valentinus als weiterer Bestandteil der Metalle eingeführten „Salz". Man verstand darunter alles Starre und Feuerbeständige im Gegensatz zum Schwefel, der als das Prinzip des Brennbaren, und zum Quecksilber, das als das der Flüchtigkeit und des metallischen Charakters betrachtet wurde. Eine Verallgemeinerung dieser Ansichten führte dann ebenfalls zu der Annahme, daß alle Körper aus diesen drei Grundsubstanzen zusammengesetzt seien.

Die Kenntnisse der Gase und speziell der Luft machten in diesem Zeitalter wenig Fortschritte; man findet zwar, daß zwischen brennbaren und nichtbrennbaren, zwischen atembaren und nichtatembaren Gasen unterschieden wurde. Daraus geht hervor, daß immerhin einige Untersuchungen und Beobachtungen über verschiedene Gasarten gemacht worden waren, aber im allgemeinen kam man nicht weiter. Auch die in den Bergwerken vorkommenden Gase werden besprochen, man nannte sie „Wetter" und betrachtete sie als Luft, welche „mit etwas Dickem, das dem Menschen schädlich ist", verunreinigt sei. Gasentwicklungen bei chemischen Operationen wurden für gewöhnlich vernachlässigt; mitunter findet man ihrer Erwähnung getan, sie werden aber dann als ein Hervortreten von eingeschlossener Luft angesehen.

Die Anzahl der bekannten Metalle hat sich gegen Ende des alchemistischen Zeitalters um das Arsen, das Antimon, das Wismut und das Zink vermehrt. Die Gewinnung des Goldes wurde noch in derselben Weise wie im Altertum ausgeführt, ebenso das Ausbringen des Silbers

aus seinen Erzen mit Hilfe von Blei; man findet auch für diesen Prozeß die Bezeichnung „Ausseigern“. Zur Trennung des Goldes vom Silber, welche man früher, wie schon angedeutet, zu den schwierigsten Operationen zählte, wurde zu Anfang dieses Zeitalters vereinzelt noch der von den Alten stammende Zementationsprozeß verwendet, aber zur Zeit des Albertus Magnus findet man bestimmte Andeutungen für eine Trennung auf nassem Wege mittels Salpetersäure. Die Metallurgie des Eisens, Bleis, Zinns und Kupfers erfuhr keine wesentlichen Verbesserungen. Die Gewinnung des Quecksilbers wurde von den Alchemisten nach der Entdeckung der reichen Quecksilberlager in Idria in Krain (15. Jahrhundert) in großem Maßstabe mit verbesserten Apparaten vorgenommen. Ferner findet sich auch eine Angabe über die Herstellung des Quecksilbers aus Sublimat durch Destillation mit Ätzkalk. Zink, Wismut und Antimon werden oft in den dem Basilius Valentinus zugeschriebenen Schriften erwähnt, das Antimon und seine Verbindungen haben ja die spezielle Schrift „Der Triumphwagen des Antimonii“ veranlaßt. Über regulinisches Arsen und sein Oxyd, den Arsenik, berichtet Albertus Magnus, er beschreibt auch seine Abscheidung aus den Erzen durch Sublimation. Die erste zuverlässige Angabe über die Kenntnis der arsenigen Säure findet man im 8. Jahrhundert in den Geberschen Schriften, wonach sie durch Verbrennung des Schwefelarsens und Auffangen des Sublimates hergestellt wurde. Den späteren Alchemisten war diese Verbindung allgemein bekannt und verschiedentlich wird auch ihre Giftigkeit hervorgehoben. Die Veränderung, welche die verschiedenen Metalle beim Erhitzen erleiden, wurde nicht übersehen. Wir finden deshalb auch das Quecksilberoxyd u. a. öfters neben dem

Eisenoxyd, Kupferoxyd und der arsenigen Säure erwähnt. Kupfersulfid und Quecksilbersulfid, als Schwefelverbindungen, sind in den alchemistischen Schriften häufig zu finden, und von dem Schwefel selbst wurde seine Löslichkeit in Ätzlaugen und die Fällbarkeit daraus durch Essig als Schwefelmilch beobachtet.

Bei den Alten haben wir gesehen, daß sie als einzige Säure den Essig kannten; in diesem Zeitalter dagegen haben sich die Anzahl der Repräsentanten dieser Körperklasse bedeutend vermehrt. Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure waren den Alchemisten wohlvertraute Stoffe und wurden zu chemischen Operationen in ausgedehntem Maße verwendet. Die Gewinnung der Schwefelsäure wurde auf verschiedene Weise erzielt; Pseudo-Geber stellte sie z. B. durch starkes Erhitzen des Alauns her, gegen Ende des alchemistischen Zeitalters gewann man dieselbe durch Destillation von mit Kieselsteinen gemengtem Eisenvitriol und kannte auch die Oxydation des Schwefels mit Salpeter zu Schwefelsäure unter Feuererscheinung. Die Salpetersäure erhielt man nach Geber durch Destillation eines Gemisches von Salpeter, Kupfervitriol und Alaun, während die späteren Alchemisten sie aus Salpeter und Schwefelsäure herstellten. In den Geberschen Schriften werden auch die Bezeichnungen „Aqua dissoluta“ (Scheidewasser) oder „Aqua fortis“ für diese Säure gebraucht. Die Salzsäure findet zuerst Erwähnung in den Schriften von Basilius Valentinus, nach welchen sie durch Erhitzen eines Gemenges von Kochsalz und Eisenvitriol erhalten und ihr der Name „Spiritus salis“ (Salzgeist) beigelegt wurde. Wohlbekannt war ihre Fähigkeit, viele Metalle und deren Oxyde leicht zu lösen.

Das Königswasser war den Alchemisten wohl-

bekannt, sie stellten es durch Auflösen von Salmiak in Salpetersäure her; in den den Namen des Basilius Valentinus tragenden Schriften wird es auch als eine Mischung von Salzsäure und Salpetersäure erwähnt und mit dem Namen „Aqua regia" bezeichnet. Die lösende Wirkung des Königswassers auf Gold entging den Alchemisten nicht, sie glaubten in ihm das so eifrig gesuchte „Alkahest", das Universallösungsmittel, zu besitzen; wurden doch von ihm nicht nur alle Metalle inkl. Gold, sondern auch Stoffe, wie Schwefel usw., gelöst, oder, wie es in der alchemistischen Ausdrucksweise heißt, „verzehrt".

In ähnlicher Weise, wie die Anzahl der Säuren, hat auch diejenige der bekannten Basen eine bedeutende Vermehrung erfahren, da die Gewinnung der Ätzlaugen durch Kochen von Pottasche- oder Soda-Lösung mit Ätzkalk bekannt wurde. Allem Anscheine nach wurden dieselben auch eingehend untersucht, denn man findet die Wechselwirkung zwischen Säure und Base erwähnt.

Die weitaus größte Vermehrung hat aber die Zahl der Salze erfahren und einige von ihnen sind genau untersucht worden. Zu den bekannten Alkalisalzen gesellten sich in erster Linie das Ammoniumkarbonat und der Salmiak; das erstere Salz nannten die Alchemisten des 13. Jahrhunderts „flüchtiges Laugensalz" oder „Spiritus urinae", da sie es aus faulendem Harn durch Destillation gewannen. Bei Pseudo-Basilius ist dann außerdem seine Herstellung aus Salmiak und kohlensaurem Alkali beschrieben. Der Salmiak wurde teils als Naturprodukt vulkanischen Ursprungs, teils durch Erhitzen von Pferdemist erhalten. Sein Name rührt jedenfalls von dem „sal armeniacum" her, das wir in den Schriften des Pseudo-Gebers finden. Das Sal ammoniacum der Alten ist gewöhnliches Steinsalz gewesen.

Auch Salpeter wurde während des Zeitalters der Alchemie bekannt, er wird in den alchemistischen Schriften als Mineral geschildert, das aus dem Erdboden stammt, aber auch als Ausschwitzungen an den Mauern gefunden wird. Seine wichtigste Verwendung fand er bei der Bereitung des Schießpulvers.

Der Alaun wurde aus dem Alaunschiefer, hauptsächlich in der Stadt Rocha hergestellt und durch Umkristallisieren aus Wasser gereinigt. Die Eigenschaft des Königswassers, Gold aufzulösen, machte das Goldchlorid zugänglich, dasselbe interessierte die damaligen Chemiker in ganz hervorragendem Maße, da sie ihm als „Aurum potabile" die heilkräftigsten Wirkungen zuschrieben. Durch Auflösen von Silber in Salpetersäure erhielten die Alchemisten das salpetersaure Silber, sie bezeichneten es als „Salpetersilber" und beobachteten die Fällung, welche eine wäßrige Lösung desselben mit einer ebensolchen Kochsalzlösung gibt; aber auch hier, wie so oft, verstanden sie es nicht, unter Ausschluß jeder Hypothese nur auf Grund der Tatsache nach einer Erklärung des chemischen Vorganges zu suchen. Verschiedentlich wurde in diesem Zeitalter die Abscheidung des Silbers aus seiner Lösung mittels Quecksilbers oder Kupfers ausgeführt.

An Quecksilberverbindungen wurde das Quecksilberchlorid, der Sublimat, schon von Pseudo-Geber durch Erhitzen von Quecksilber mit Kochsalz, Alaun und Salpeter hergestellt, und die späteren Alchemisten erkannten bereits die Salzsäure als den einen Bestandteil desselben, ohne jedoch weitere Schlüsse daraus zu ziehen. Es scheint, daß der Sublimat ein in jener Zeit ziemlich viel begehrtes chemisches Präparat war, da es, wie aus mehreren Bemerkungen zu schließen ist, damals schon eine Handelsware bildete. Pseudo-Geber erwähnt auch

das Quecksilberoxyd, welches man durch längeres Erhitzen des Metalles herstellen kann, und von anderen Quecksilberverbindungen waren noch das basisch-schwefelsaure und das salpetersaure Quecksilber bekannt.

Wir haben oben schon kennengelernt, daß unter dem Namen des Basilius Valentinus verschiedene Schriften bekannt sind, deren Herkunft sich nicht klarlegen läßt, so daß man zu der Annahme kommt, daß von dem, was in denselben steht, vieles nachträglich dazugekommen ist. Man findet deshalb oft Angaben, von welchen man eben dann nicht weiß, ob dieselben tatsächlich schon im Zeitalter der Alchemie den Chemikern allgemein bekannt waren oder ob sie nicht durch das Anfügen an alchemistische Schriften vordatiert wurden. So werden in dem erwähnten Falle gewisse Andeutungen von qualitativer chemischer Analyse gemacht. Es werden verschiedentlich Trennungen von Metallen durch sogenanntes „Umgießen" oder durch wechselnde Einwirkung von Säuren oder Basen auf ihre Lösungen beschrieben, und auch diese Methoden vielfach mit Erfolg praktisch verwertet. Auf diese Weise gelang es nachzuweisen, daß im Zinn Eisen vorhanden sei, daß ferner das ungarische Eisen Kupfer, das Mansfeldsche Kupfer Silber und das ungarische Silber Gold enthalte. Ganz besondere Erwähnung ist in diesen Schriften dem Antimon getan, ist ja, wie erwähnt, eine derselben als „Der Triumphwagen des Antimonii" betitelt. In dieser kann man mehrere genaue Vorschriften zur Herstellung von Antimonbutter (Antimonchlorid), von Algarotpulver (basisches Antimonchlorid), von Antimonoxyd, von antimonsaurem Kalium und von Goldschwefel finden. Klarheit über die Zusammensetzung dieser Verbindungen scheint, mit Ausnahme des Schwefel-

antimons, von welchem wenigstens richtig angegeben wird, daß es Schwefel enthalte, nicht vorhanden gewesen zu sein.

Von den übrigen Schwermetallsalzen finden wir Angaben über den Bleizucker und über den grünen Vitriol, welch letzteren man durch Auflösen von Eisen in Schwefelsäure erhielt, ferner einige mangelhafte Angaben von Salzen des Zinks und Wismuts.

Die Methoden der Fabrikation von Glas oder der Herstellung von Töpferwaren erfuhren in diesem Zeitalter keine nennenswerten Verbesserungen; ein besonderer Fortschritt in diesem Fabrikationszweig war die Verwendung von blei- und zinnhaltigen Glasuren sowie das Einbrennen von Farben.

Bei der Färberei war immer noch als allgemeines Beizmittel der Alaun im Gebrauch und für Westeuropa kamen als neue Farbstoffe der Cochenillefarbstoff und die Orseillefarbe hinzu, welche aus dem Orient, wo sie schon früher bekannt waren, nach Europa importiert wurden. Während im Altertum das Indigoblau in vorwiegendem Maße als Malerfarbe Verwendung fand, bemerken wir während des alchemistischen Zeitalters eine immer häufigere Verwendung desselben als Farbstoff.

Die Kenntnis von Verbindungen, welche dem Gebiet der organischen Chemie angehören, erfuhr nur eine geringe Vermehrung. Zeitlich fällt auch die Entdeckung des Weingeistes in dieses Zeitalter. Nach einer kritischen Studie von E. O. v. Lippmann über diese Frage darf es wohl, entgegen sämtlichen bisherigen Annahmen, für feststehend erachtet werden, daß der arabischen Wissenschaft der Weingeist nicht bekannt war. Die erste Erwähnung des Weingeistes als noch etwas ganz Neues und Geheimzuhaltendes findet sich in einem aus dem 12. Jahr-

hundert stammenden Manuskript und in diesem in Form eines sog. Kryptogrammes. Nach dieser Angabe soll man alten sehr starken Wein mit Salz vermischt in den hierzu gebräuchlichen Apparaten zum Sieden erhitzen, wodurch man ein Wasser erhalte, das sich zur Flamme entzündet, ohne seine Unterlage zu verbrennen. Im 13. Jahrhundert beginnt der Weingeist als Heilmittel aufzutreten, er führt die Bezeichnung „aqua ardens". Das sich früher schon findende „aqua vitae" hat mit Weingeist nichts zu tun, es wird darunter das uralte zauberkräftige Lebenswasser verstanden und ist in vielen Fällen gleichbedeutend mit „Elixier" oder „Stein der Weisen". Der Name Alkohol bedeutete für die Araber nichts anderes als irgendein feines, fast unfühlbares Pulver, seine Übertragung im Sinne eines feinsten edelsten Bestandteils, einer Quintessenz, auf den Weingeist geschah in völlig willkürlicher Weise erst im Anfang des 16. Jahrhunderts durch Paracelsus. Raymundus Lullus hebt die Eigenschaft des Weingeistes als gutes Lösungsmittel besonders hervor, kennt ferner, daß er in den meisten Fällen durch Wasser verunreinigt sei, und lehrt auch seine Entwässerung mit Hilfe geschmolzener Pottasche. Bei Pseudo-Basilius wird seine Brennbarkeit erwähnt und diese Eigenschaft zum Nachweis desselben empfohlen. Die Untersuchungen, welche mit dem Weingeiste ausgeführt wurden, erstreckten sich in erster Linie auf die Einwirkung von konzentrierten Säuren, und zwar sowohl von Salzsäure als auch von Salpetersäure und Schwefelsäure. Die Reaktion zwischen Salzsäure oder Salpetersäure und Weingeist wird als das „Versüßen" desselben bezeichnet. Auch die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf den Weingeist und die damit verbundene Bildung von Äther wurde von den Alchemisten ausgeführt. Als den Ent-

decker des Äthers haben wir den deutschen Arzt Valerius Cordus († 1535) anzusehen, von welchem auch das erste allgemeinbekannte deutsche Arzneibuch stammt. Nicht bekannt dagegen scheint den Alchemisten die Bildung des Alkohols bei dem Gärungsprozesse gewesen zu sein, da vielfach die Ansicht vertreten war, daß derselbe in Wein usw. schon präform gebildet sei. Durch die Verbesserung der Destillationsapparate, welche in dieses Zeitalter fällt, gelang es nach den Angaben des Pseudo-Geber, durch Destillation aus dem Essig die starke Essigsäure abzuscheiden und mit ihrer Hilfe den Bleizucker und den Bleiessig herzustellen. Neben der Destillation des schon bekannten Terpentinöls wurden noch eine Reihe von ätherischen Ölen, wie Rosmarinöl, Thymianöl usw., von den Alchemisten gewonnen.

Bis gegen Schluß des alchemistischen Zeitalters hatte die pharmazeutische Chemie aus den Studien der Alchemisten nur geringen Nutzen gezogen. Die Heilkunde stand damals ganz unter dem Einflusse des Clemens Galenus, eines der bedeutendsten Ärzte des Altertums, welcher in zahlreichen Schriften besondere Vorschriften zur Bereitung von Arzneien aus pflanzlichen und tierischen Drogen gab. Erst die späteren Alchemisten zogen in größerem Umfange chemische Präparate zu Heilzwecken heran und bereiteten damit den Übergang zu dem nächsten Zeitalter, demjenigen der Iatrochemie, vor. Die arabischen Ärzte veranlaßten, beeinflußt durch das Bestreben der Verwendung vegetabilischer Heilmittel, die Herstellung sogenannter „destillierter Wässer". Überhaupt dürfte um diese Zeit die Entstehung von Apotheken in Arabien erfolgt sein, wo sie als Stätten dienten, in denen die Herstellung von Heilmitteln streng nach den von Galen und Andromachus herrührenden Vorschriften aus-

geführt wurde. Diese Einrichtung wurde dann über Spanien nach Deutschland eingeführt, und so finden wir schon Ende des 15. Jahrhunderts das von Cordus verfaßte Arzneibuch.

Die Präparate, welche Basilius Valentinus bei der Ausübung der Heilkunde verwendete, waren hauptsächlich solche des Antimons und Quecksilbers. Außerdem war auch damals schon bekannt, daß es möglich ist, das Quecksilber mit Fett zu einer Salbe zu verreiben, welche verschiedentlich medizinische Verwendung fand.

Zeitalter der Iatrochemie.

Vergleicht man die Fortschritte, welche die Chemie in dem im vorhergehenden Abschnitte behandelten alchemistischen Zeitalter erfahren hat, mit dem großen Zeitintervall, welchen dasselbe umfaßt, so bemerkt man unschwer, daß beide in gar keinem Verhältnis zueinander stehen. Der Grund hierfür dürfte neben einem besonders stark ausgeprägten Autoritätsglauben in dem geringen Interesse für die Naturwissenschaften zu suchen sein, durch welches das ganze Mittelalter charakterisiert ist. Das Wiederaufleben der griechischen Geistesrichtung, wie es in der Renaissance zum Durchbruch kam, ist jedenfalls auch auf die Entwicklung der chemischen Wissenschaft von Einfluß gewesen. Es fällt ja auch der Übergang des Mittelalters zur Renaissance zeitlich mit demjenigen der Alchemie zur Iatrochemie zusammen. Die Wandlung, welche hierdurch in der Chemie sich vollzog, drückt sich in erster Linie in dem Bestreben aus, sich zu vervollständigen und damit sich zur selbständigen Wissenschaft auszubilden. Für eine derartige Entwicklung in der Chemie findet man auch deutliche Anzeichen, in vollem Umfange kam aber ein solcher Aufschwung während dieses Zeitalters noch nicht zum Durchbruch. Die Chemie stand vielmehr im 16. und 17. Jahrhundert unter dem Einfluß einer Arbeitstendenz, welche sie zu einer Hilfsdisziplin einer anderen Wissenschaft machte, und welche in dem Bestreben, die Chemie mit der Medizin zu verschmelzen, ausgeprägt ist. Man bezeichnet deshalb die Zeit vom 16. und 17. Jahrhundert als das Zeitalter der

medizinischen Chemie oder Iatrochemie. Immerhin ist aber nicht zu verkennen, daß sich die Chemie, deren Ansehen, wie schon angedeutet, durch die Auswüchse der alchemistischen Tendenz sehr gesunken war, zu einer allgemein geachteten Hilfswissenschaft der Medizin emporgearbeitet und damit die Vorstufe erreicht hat, von der aus sie später die Stelle einer selbständigen Wissenschaft einnehmen konnte.

Ein Umschwung in den Gedanken und Ansichten der Chemiker, wie wir ihn von der Alchemie zur Iatrochemie vor uns haben, konnte natürlich nicht von heute auf morgen erfolgen. Wir haben schon in den Ausführungen des letzten Kapitels einerseits gelernt, daß iatrochemische Bestrebungen bereits bei den späteren Alchemisten zu finden sind und so einen Übergang zum neuen Zeitalter bildeten, und andererseits haben wir auch erfahren, daß alchemistische Bestrebungen noch viele Jahre hindurch, ja bis in unsere Zeit herein fortbestanden. In der Hauptsache aber waren derartige rein vom Standpunkt der Goldmacherei ausgehende, von schnöder Gewinnsucht und gemeinem Betrug begleitete alchemistische Bestrebungen ohne Einfluß auf die allgemeine Entwicklung chemischer Ansichten.

Der einschneidendste Einfluß auf die chemischen Gedanken in diesem Zeitalter ging von dem Arzte Paracelsus und seinen Nachfolgern van Helmont und de la Boë Sylvius aus. Bei Pseudo-Basilius wird schon die Ansicht vertreten, daß alle Körper aus den drei Elementen Schwefel, Quecksilber und Salz bestehen, wobei dieselben im Sinne der Aristotelischen Auffassung als Versinnbildlichung der Grundeigenschaften: brennbar, flüchtig und fest, angesehen wurden. Die Iatrochemiker verallgemeinerten nun diese Ansicht in der Weise, daß sie

auch den menschlichen Organismus aus diesen Elementen zusammengesetzt ansahen und in der chemischen Wirksamkeit gewisser Bestandteile des Organismus die Ursachen seiner Funktionen suchten. Der „Lebensprozeß“, die physiologische Erscheinung, wurde als chemischer Vorgang betrachtet, wobei im gesunden Zustande die wirksamen Bestandteile in den richtigen Verhältnissen aufeinander einwirken. Daß diese Grundstoffe in der richtigen Mischung vorhanden sind, dafür sorgt ein vom menschlichen Willen unabhängiges Wesen, „archeus“ genannt. Die „Krankheiten“, die pathologischen Erscheinungen, beruhen auf einer Störung des normalen chemischen Prozesses, und sind dadurch hervorgerufen, daß irgendein Bestandteil unnatürlich vorwaltet. Auf diese Weise erklärt man die Pest und das Fieber durch ein Überhandnehmen des Schwefels, die Lähmung und die Schwermut durch ein übermäßiges Vorherrschen von Quecksilber, und den Durchfall und die Wassersucht durch ein Vorwalten von Salz. Die Therapie hatte nun die Aufgabe, nach chemischen Mitteln zu suchen, welche den die betreffende Krankheit verursachenden überschüssigen Bestandteil beseitigen und so das für den Lebensprozeß nötige richtige Verhältnis wiederherstellen. Wenn auch diese Ansichten für unsere heutige Zeit in vielen Punkten angreifbar sind, so hatten sie doch den Erfolg, daß sie einerseits eine gründliche Untersuchung der chemischen Prozesse anregten und andererseits die Herstellung einer Anzahl neuer chemischer Präparate veranlaßten. Weiterhin verband sich auch hiermit das Bestreben, die tierischen Substanzen eingehend zu untersuchen, um die in ihnen enthaltenen wirksamen Bestandteile aufzufinden.

Wir wollen uns nun zuerst mit den Lebensverhalt-

nissen der wichtigsten Chemiker dieses Zeitalters beschäftigen.

Theophrast Bombast von Hohenheim, bzw. Theophrastus Paracelsus wurde am 10. November 1493 in einem Bauernhause am Fuße des Etzelberges bei Einsiedeln im Kanton Schwyz geboren, wo sein Vater, Wilhelm Bombast von Hohenheim, als praktischer Arzt wirkte. Er entstammte einem angesehenen Adelsgeschlecht, welches in der Nähe von Stuttgart seinen Stammsitz Hohenheim hatte. Im Jahre 1502 hatte sein Vater Einsiedeln verlassen und war nach Villach in Kärnten übergesiedelt. Wohin sich dann Paracelsus von Kärnten aus als Universitätsstudent gewandt hat, weiß man nicht. Er selbst spricht von den hohen Schulen der Deutschen, Italiener und Franzosen. Jedenfalls hat mit seinem Einzug auf die hohe Schule auch sein schicksalsreiches und berühmt gewordenes Wanderleben begonnen. Er durchwanderte nach seinen eigenen Aufzeichnungen Schweden, Dänemark, England, Spanien, ferner Ungarn, Kroatien, Krain und Italien. Im Jahre 1526 ließ er sich in Straßburg nieder, doch schon im nächsten Jahre verließ er es wieder und wandte sich nach Basel, wo er Stadtarzt und Professor an der Universität wurde. Am 5. Juni 1527 erließ er dort an die Studierenden der Universität ein Programm der medizinischen Vorlesungen, in welchem er rückhaltlos seine Reform betonte. Er wandte sich dabei in energischer Weise gegen das griechisch-arabische System der Heilkunde, gegen Clemens Galenus und Avicenna und die sonstigen scholastischen Ansichten. Durch dieses Auftreten zog er sich viele Feinde und Widersacher zu, deren Haß er immer mehr herausforderte. Als er sich dann auch mit dem Basler Magistrat noch überwarf, mit dem er schon vorher immer im Streite lag, blieb ihm zuletzt nichts

anderes mehr übrig, als die Stadt Basel zu verlassen. Er flüchtete anfangs Februar 1528 über Mülhausen nach Kolmar. Von da an kam er nicht mehr zu einem dauernden ruhigen Wohnsitz, er weilte vorübergehend in schweizerischen, österreichischen und deutschen Ländern. So war er im Jahre 1531 in St. Gallen, später in Ulm, dann in Augsburg, im Jahre 1537 in Mähren, bei Johann von der Leipnik, dem ersten Erbmarschall von Böhmen. Ende dieses Jahres kam er nach Wien, doch auch hier blieb er nur vorübergehend. Er folgte ärztlichen Berufungen nach verschiedenen Städten und führte auch wissenschaftliche Reisen aus. Im Jahre 1541 finden wir ihn in Salzburg, wo er am 24. September desselben Jahres im Alter von 48 Jahren gestorben ist. Seinem Wunsche gemäß wurde er auf dem Friedhof zu St. Sebastian mitten unter den Armen des Versorgungshauses beerdigt. Später wurden seine Gebeine wieder ausgegraben und an der Mauer der Kirche zu St. Sebastian bestattet, im Jahre 1752 erhielt er dann im Stiegenhause der St.-Sebastians-Kirche zu Salzburg ein pyramidenartiges Grabdenkmal, wo seine Gebeine heute noch ruhen.

Die Beurteilung dieses „seltsam wunderlichen", aber sicher hochbegabten Mannes war von jeher eine sehr verschiedenartige. Durch eingehende kritische Studien, welche in neuerer Zeit angestellt worden sind und welche wir hauptsächlich Strunz zu verdanken haben, wurde manches Falsche, das sein Bild bisher verzerrt hatte, aus den ihm zugeschriebenen Werken entfernt. Er erscheint uns deshalb heute als ein Mensch von großem Edelmut und Güte, der durch sein rücksichtsloses Vorgehen für die Anerkennung seiner Reformbestrebungen und durch sein großes Selbstbewußtsein den Haß vieler seiner Mitmenschen herausgefordert hat.

Der Streit über die Ansichten des Paracelsus wurde auch nach seinem Tode in scharfer Weise weitergeführt. Von seinen Feinden war es in erster Linie der Schweizer Arzt Erastus, zu deutsch „Lieber“, welcher auf Grund der Galenschen Lehre gegen Paracelsus wirkte, und von seinen Anhängern dürfte als der bekannteste Leonhard Thurneysser zu nennen sein. Wesentliche Förderungen hat ihnen aber die Chemie nicht zu verdanken.

Später finden wir noch eine Reihe von bedeutenden Chemikern, welche, zwar im Sinne der Paracelsusschen Ansichten wirkend, auch die Unrichtigkeiten derselben einsahen und deshalb bestrebt waren, dieselben nach Möglichkeit zu entfernen. Sie alle wirkten für eine rationelle Anwendung chemischer Präparate neben derjenigen Galenscher Arzneien und brachten durch Herstellung solcher manche Erweiterung in die chemischen Kenntnisse.

Turquet de Mayerne war im Jahre 1573 zu Genf geboren, er lebte zuerst in Paris als Arzt, mußte aber von dort nach England übersiedeln, da er entgegen der Ansicht der Pariser Ärzte die Antimonpräparate als unentbehrliche Arzneimittel bezeichnete. Er war bis zu seinem Tode Leibarzt des Königs Jakob II. von England.

Andreas Libavius, von Haus aus ebenfalls Arzt, verfügte über gediegene chemische Kenntnisse und verstand es auf Grund seiner gründlichen allgemeinen Bildung, den Einfluß der Chemie auf die Medizin voll zu würdigen. Er trat energisch gegen die Phantastereien auf, welche von gewissen Anhängern und Schülern des Paracelsus getrieben wurden, erkannte aber deren gute Gedanken an, und nahm so eine vermittelnde Stellung zwischen Paracelsus und seinen Gegnern ein. Wenn er auch hierin ein gesundes Urteil verriet, so vermochte er sich doch nicht völlig von alchemistischen Gedanken los-

zulösen. Von ihm stammt neben anderen Schriften auch ein chemisches Lehrbuch, welches im Jahre 1595 unter dem Titel „Alchymie“ erschien. Er war von 1591 bis 1607 Arzt und Leiter der lateinischen Schule in Rothenburg a. T. und starb im Jahre 1616 als Direktor des Gymnasiums zu Koburg.

Johann Baptist van Helmont, geboren im Jahre 1577 zu Brüssel, gestorben daselbst im Jahre 1644, studierte zuerst Philosophie und Theologie, wandte sich aber bald unbefriedigt von diesem Studium ab und der Medizin zu. Auch er stand teilweise noch unter dem Banne der alchemistischen Theorien, war aber durch eine hervorragend scharfe und nüchterne Beobachtungsgabe ausgezeichnet. Diese kam ihm bei seinen Untersuchungen über die Gase sehr zustatten und erregt noch heute unser Staunen. Die gesammelten Schriften van Helmonts wurden von seinem Sohne unter dem Titel „Ortus medicinae vel opera et opuscula omnia“ herausgegeben. Er war, im schroffsten Gegensatze zu Paracelsus, der Typus eines in der Stille wirkenden Gelehrten und zog es deshalb auch vor, obwohl eine Reihe von glänzenden Anerbietungen von seiten der verschiedensten Fürsten an ihn ergangen war, seinen wissenschaftlichen Beschäftigungen zuliebe in seinem Laboratorium bei Brüssel die Geheimnisse der Natur zu erforschen.

Der Einfluß, den van Helmont auf seine Zeitgenossen und auf die Entwicklung der Chemie ausgeübt hat, war sehr groß. Er strebte die Einführung eines wissenschaftlichen Geistes in die Medizin an und wirkte dadurch ungemein fördernd auf eine gesunde Entwicklung der Heilkunde. Man kann ruhig sagen, daß ohne van Helmont die Iatrochemie sich nicht zu der Blüte entfaltet hätte, welche sie durch seine Nachfolger Sylvius und Tachenius erlangt hat.

Seine bedeutendsten Zeitgenossen waren die beiden Ärzte Angelus Sala und Daniel Sennert. Der erstere lebte in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts als Leibarzt am mecklenburgischen Hofe und der letztere war im ersten Drittel des 17. Jahrhunderts als Professor in Wittenberg tätig.

Franz de la Boë Sylvius, im Jahre 1614 zu Hanau geboren, war zuerst Arzt und später Professor zu Leiden. Die Arbeiten dieses Chemikers bewegten sich zum geringsten Teil auf dem Gebiete der reinen Chemie, er beschäftigte sich vielmehr mit dem Bestreben, die Vorgänge des menschlichen Organismus als chemische Vorgänge zu erklären. Er trug durch Einführung einer Reihe von neuen Präparaten in die Heilkunde viel zur Erweiterung der chemischen Kenntnisse bei. Im Jahre 1672 starb er zu Leiden.

Otto Tachenius, ein Schüler des vorigen, war in Herford in Westfalen geboren. Er trieb sich bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts als Apothekergehilfe in unsteter Wanderung umher, wandte sich in Italien dem Studium der Heilkunde zu und lebte in Venedig als Arzt. Besonders erwähnenswert ist, daß wir bei ihm die erste Definition des Begriffes „Salz“ als die Verbindung von Säuren und Alkalien finden. Mit großem Scharfblick verstand er es, gewisse Reaktionen zum Nachweis von Substanzen zu verwerten und auf diese Weise durch systematisches Vorgehen die Anfänge der qualitativen Analyse zu fördern. Außer diesen Beobachtungen qualitativer Natur finden wir bei ihm auch solche, welche sich mit der quantitativen Verfolgung chemischer Prozesse beschäftigen. Er beobachtete z. B. die Gewichtszunahme, welche mit der Überführung von Blei in Mennige verbunden war, verstand es aber nicht, diese Beobachtungen in irgendwelcher Weise theoretisch zu verwerten.

Alle die vorstehend genannten Chemiker standen vollständig auf dem Boden der Iatrochemie und betrachteten die letztere als rein medizinische Hilfswissenschaft. Wir finden aber außerdem auch noch drei andere Gelehrte in jener Zeit, welche mehr von dem Bestreben ausgingen, ihre chemischen Kenntnisse dem Gewerbe und der Industrie zunutze zu machen. Diese drei sind Georg Agricola, Bernhard Palissy und Johann Rudolf Glauber.

Georg Agricola war im Jahre 1494 zu Glauchau geboren; er ist also ein Altersgenosse von Paracelsus. In späteren Jahren finden wir ihn als angesehenen Arzt zu Chemnitz, wo er zugleich das Amt des Bürgermeisters bekleidete. Er übte die Heilkunde nur nebenbei aus, denn seine Hauptbeschäftigung galt dem Studium der Mineralogie und Metallurgie, zu welchem er wohl durch das Berg- und Hüttenwesen Sachsens veranlaßt wurde. Seine Schriften, in denen er eine Reihe von praktischen Anleitungen zu chemischen Operationen gab, stehen im schroffsten Gegensatze zu denjenigen seines Zeitgenossen Paracelsus. Wir finden in denselben eine hervorragende Klarheit der Ausdrucksweise, eine nüchterne Auffassung der beschriebenen Vorgänge und eine exakte Bezeichnung der zu den verschiedenen chemischen Prozessen nötigen Gerätschaften. Aber wie die meisten Chemiker der damaligen Zeit, so stand auch er trotz seiner Geistesgröße immer noch im Banne von alchemistischen Gedanken. Er starb im Jahre 1555. Die wichtigsten seiner Schriften sind das als Handbuch der Metallurgie lange Zeit sehr geschätzte Hauptwerk „De re metallica libri XII", ferner die mineralogischen Werke „De natura fossilium" und „De ortu et causis subterraneorum". Agricola kann mit vollem Recht der Vater der Mineralogie genannt werden.

Bernhard Palissy lebte im 16. Jahrhundert. Neben

Agricola ist er einer der Hauptvertreter der experimentellen Chemie jener Zeit. Er hat sich speziell um die Entwicklung der Keramik in ausgezeichneter Weise verdient gemacht. Von einem einfachen, jeder höheren Bildung baren Töpfer vermochte er sich zu einem Mann von bedeutenden chemischen Kenntnissen heraufzuarbeiten. Seine vielen mit häufigen Enttäuschungen, aber trotzdem mit unermüdlichem Eifer fortgesetzten Versuche, Verbesserungen in seinem Gewerbe einzuführen, lassen ihn uns als einen charakterfesten und vorurteilsfreien Mann erscheinen. Nach seiner Ansicht steht das Experiment im Vordergrund und alle ohne dieses Hilfsmittel aufgestellten Spekulationen sind zu verwerfen.

Johann Rudolf Glauber, geboren 1604 zu Amsterdam und gestorben daselbst 1668, besitzt manche Ähnlichkeit mit Paracelsus. Sein Leben verlief in hohem Maße unruhig und aus seinen Schriften spricht vielfach große Unzufriedenheit. An vielen Stellen zeigte er große Neigung zu phantastischen und abergläubischen Vorstellungen und scheute auch mitunter vor alchemistischen Schwindeleien nicht zurück. Andererseits finden wir aber bei ihm manches klare Verständnis für chemische Vorgänge; so macht derselbe als der erste auf die chemische Verwandtschaftslehre aufmerksam, ohne jedoch diesen Ausdruck zu gebrauchen. Er sucht die Zersetzung des Salpeters und des Kochsalzes durch Schwefelsäure dadurch zu erklären, daß der eine Bestandteil eine größere Verwandtschaft zum andern besitze, oder, wie er sich ausdrückte, „ihn liebe“ und auch „von ihm geliebt werde“. Ferner erwähnt er auch den ersten Fall einer doppelten Wahlverwandtschaft, die Wechselwirkung zwischen Quecksilberchlorid und Schwefelantimon, und erklärt ihn, wenigstens von seinem Standpunkte aus, richtig.

In dem sechsbändigen Werke „Des Teutsch Landes Wohlfahrth“ behandelt er verschiedene wirtschaftliche Fragen in weitblickender Weise, wobei er vielfach auf chemische Fragen eingeht.

Bei Gelegenheit der Besprechung des Lebenslaufes von van Helmont haben wir schon von dessen erfolgreichem Studium der Gase gehört; wir finden bei ihm überhaupt zum erstenmal den Namen „Gas“ gebraucht. Vor ihm hat J. Rey (1630) die Luft als einen schweren Körper bezeichnet und gefunden, daß ein mit Luft gefüllter Ballon an Gewicht zunimmt, wenn man noch mehr Luft hineinpumpt; während andererseits ein solcher an Gewicht abnimmt, wenn er erwärmt, also wenn Luft daraus entfernt wird. van Helmont war bestrebt, die einzelnen Gase zu unterscheiden und dementsprechend auch einzuteilen, da er aber sich keine Vorrichtung erdachte, mit deren Hilfe er dieselben auffangen konnte, um sie nachher zu untersuchen, so sind alle seine Angaben recht unklar. Er unterscheidet zwar einerseits Luft, Gas und Dampf voneinander und spricht auch andererseits von „Gas silvestre“, „Gas pingue“, „Gas siccum“ oder „Gas fuliginosum“, aber was er eigentlich darunter versteht, ist nicht recht klar. Am genauesten scheint er das Kohlendioxyd gekannt zu haben, denn er erkannte es als bei der Gärung und beim Verbrennen von Kohlen entstehend, er entdeckte es ferner in den Säuerlingen von Spa und kannte auch seine Darstellung beim Behandeln von Kalkstein mit Essig oder mit Schwefelsäure. Von anderen Gasen finden wir im Laufe des 17. Jahrhunderts noch das Ammoniak erwähnt. In den Schriften des Pseudo-Basilius wird zwar schon von der Einwirkung von Ätzkalk auf Salmiak gesprochen, doch berichtet er nichts von dem bei dieser Reaktion auftretenden Gase; dagegen

hat Glauber sich desselben bei einer Reihe von Reaktionen bedient.

Wenn auch die Ansichten der Iatrochemiker in Beziehung auf die Bildung des Wassers und auf seine Zusammensetzung weniger phantastisch waren, als die der Alchemisten, so zeigten sie im Grunde doch keine wesentliche Verschiedenheit von denselben. Zur Untersuchung über die Umwandlung des Wassers in Erde wurden verschiedene Versuche angestellt, sie förderten aber nichts wesentlich Nennenswertes zutage.

Über die Metalle ist zu erwähnen, daß in diesem Zeitalter mancherlei Fortschritte in der Vereinfachung ihrer Gewinnung und in einer rationellen Reinigung derselben zu bemerken sind. Agricola und Libavius haben sich bestrebt, eine wenigstens annähernde Bestimmung der verschiedenen Erze auf ihren Metallgehalt auszuführen. Da die chemischen Präparate, welche durch die Mediziner zu Heilzwecken Verwendung fanden, vorwiegend Metallsalze waren, so ist diesem letzteren Umstand auch ein bedeutsamer Teil an der Erweiterung der Kenntnisse dieser Körperklasse zuzuschreiben.

Über das Metall Zink, dessen Legierung mit Kupfer ja den alten Völkern schon bekannt war, sind selbst in diesem Zeitalter die Überlieferungen noch recht verworren. Die Bezeichnung „Zink“ findet man in den Schriften von Paracelsus, Agricola u. a. verschiedentlich erwähnt, doch sind keine genauen Angaben vorhanden, was die betreffenden Chemiker darunter verstanden haben. Es hat vielmehr den Anschein, als ob sie mit diesem Namen das Zinkerz im allgemeinen bezeichneten. Von seinen Verbindungen kannte Libavius das Oxyd, und seiner scharfen Beobachtungsgabe war auch nicht entgangen, daß beim Erhitzen desselben eine Änderung der Farbe auftrat.

Das Zinksulfat finden wir in dieser Zeit vielfach unter dem Namen „Galitzenstein“ erwähnt, ohne daß jedoch seine Zusammensetzung bekannt war. Die Zinkblende wurde von Agricola nicht als Zinkerz, sondern als ein unnützes Bleierz bezeichnet, wohl so benannt, weil sie den täuschte, der das Blei aus ihr gewinnen wollte. Durch Digerieren von Galmei mit konzentrierter Salzsäure erhielt Glauber das Chlorzink als ein dickes „Oleum“. Er kannte dessen hygroskopische Eigenschaften genau und deutete sie nach der ihm geläufigen Ansicht, wenn er schreibt, daß man es vor dem Zutritte der Luft schützen müsse, da es sonst „viel Luft an sich zeugt und zu Wasser wird“.

Von den Zinnverbindungen erwähnt Libavius das Zinnchlorid als eine rauchende Flüssigkeit, welche er bei der Destillation von Zinnamalgam mit Quecksilberchlorid erhielt: sie führte den Namen „Spiritus fumans Libavii“.

Von den Bleiverbindungen kannte bereits Libavius das Bleinitrat, den Bleisalpeter, den er durch Lösen von Blei in Salpetersäure herstellte, und Glauber fällte aus einer solchen Lösung durch Zusatz von Salzsäure das Chlorblei aus. Die Kenntnis der übrigen, schon früher bekannten Bleiverbindungen, wie Bleioxyd, Bleiweiß, Schwefelblei usw., erfuhr keine Änderung. Auch beim Eisen waren die Ansichten ziemlich die gleichen geblieben, wie in den früheren Zeitaltern; der Stahl, den ja die Alten schon kannten, wurde eben als besonders reines Eisen betrachtet. Agricola kannte die verschiedene Brüchigkeit des Eisens und bezeichnete es als kalt- und rotbrüchig. Paracelsus lehrte den Nachweis von Eisen mit Hilfe von Galläpfelsaft und brachte diese Reaktion speziell bei Mineralwässern zur Anwendung. Für das Eisenoxyd finden wir bei Pseudo-Basilius und dann bei Libavius

eine Reihe von verschiedenen Darstellungsmethoden. Als die wichtigste wird ausgeführt, das Eisen in Essig zu lösen und nachher zu kalzinieren; daneben wird auch Eisenoxyd erwähnt, das durch Glühen des Metalls erhalten wird. Eisenchlorid erhielt Glauber beim Lösen von Eisen in Salzsäure und Abdampfen als rote Masse, welche an der Luft zerfließt; er verwendete es meist in wässeriger Lösung. Beim Einlegen der roten Masse in kieselsaures Kali beobachtete er eine baumartige Bildung, welche „Glaubers Eisenbaum“ genannt wurde.

Von den Kupfersalzen wurde das schon lange bekannte Kupfersulfat, früher aus den Grubenwässern erhalten, von van Helmont durch starkes Erhitzen von Kupfer mit Schwefel und nachheriges Behandeln mit Regenwasser hergestellt, und Glauber erhielt es durch Kochen von Kupfer mit Schwefelsäure. Wie wenig eingehend mitunter die einzelnen Verbindungen untersucht wurden, läßt sich auch daraus wieder ersehen, daß z. B. Agricola keinen wesentlichen Unterschied zwischen Kupfervitriol, Alaun und Eisenvitriol machte. Von einem gewissen Stißer zu Helmstedt (1693) wurde auch das Kupferammonsulfat durch Behandeln des blauen Vitriols mit Ammoniak hergestellt. Daß Kupfer durch Eisen gefällt werden kann, wird schon in den den Namen Basilius Valentinus führenden Schriften erwähnt, doch wurde dieser Vorgang von den meisten Chemikern als eine Metallverwandlung angesehen, obwohl van Helmont und Angelus Sala die richtige Behauptung aufgestellt haben, daß das Kupfer da schon präform gebildet sei, wo es durch Eisen ausgeschieden werden kann.

Über die Entstehung des Quecksilbers und seine Chemie im allgemeinen waren immer noch die alchemistischen Ansichten vorherrschend; auch wurde wiederholt

versucht, dasselbe künstlich herzustellen, so bediente sich z. B. Pseudo-Basilius schon eines aus Sublimat und Kalk hergestellten Quecksilbers und später finden wir noch verschiedene andere Vorschriften zu seiner Herstellung, von denen aber die meisten jedenfalls auf Unwahrheit beruhen. Das Quecksilbersulfat wurde von der Paracelsusschen Schule unter dem Namen „mineralisches Turpeth" in der Heilkunde verwendet. Bei späteren Chemikern findet man aber diesen Namen auch für andere Quecksilberpräparate in Anwendung, z. B. für das Quecksilberoxyd, und Libavius bezeichnet sogar alle diejenigen Körper, welche nicht durch eigentliches Fällen hergestellt werden, welche man vielmehr durch Verjagen des Lösungsmittels und nachhaltiges Waschen erhält, mit dem Namen Turpeth. Das Quecksilberchlorür war wohl schon in frühen Zeiten dem Sublimat beigemischt, da die Angaben über die Mengenverhältnisse zur Herstellung des letzteren außerordentlich großen Schwankungen unterworfen sind. Die erste exakte Darstellungsweise Quecksilberchlorürs beschreiben Oswald Croll und Beguin, nach welchen man eine Mischung von Sublimat, Quecksilber und rotkalziniertem Eisen der Sublimation unterwirft. Das Quecksilberchlorür wurde unter den Namen „drago mitigatus", „mana metallorum" und „mercurius dulcis" in der Medizin gebraucht. Auch ein sogenannter Präzipitat, hergestellt aus Quecksilberchlorid und Salmiak, wurde von den Iatrochemikern als Alembrotsalz verwendet.

Während des alchemistischen Zeitalters kam die Trennung von Gold und Silber mittels Salpetersäure auf; in diesem Zeitalter lernte man die Trennung mittels Schwefelsäure kennen, sie wurde von Agricola eingeführt. Allem Anscheine nach hat Glauber auch Gold aus Lösung auszuscheiden verstanden; welches Reagens er aber

hierzu verwendet hat, ist nicht erwähnt. Das Knallgold war der Anlaß zu zahlreichen und eingehenden Untersuchungen; seine Herstellung geschah aus Königswasser, wobei auch bekannt war, daß für seine Bildung die Anwesenheit von Chlorammonium Bedingung ist, und daß man keines erhält, wenn man dieser Lösung statt Salmiak Chlorkalium zusetzt und dann mit Weinsteinsalz fällt. Außerdem kannten die damaligen Chemiker vom Knallgold auch seine Eigenschaft, die Fähigkeit, zu detonieren, einzubüßen, wenn man es mit Schwefel mischt und diesen abbrennt. Bei Libavius und Glauber existieren auch Angaben, nach welchen das Gold zum Rotfärben von G äsern Verwendung fand.

Der Begriff der Säuren wurde im Laufe dieses Zeitalters exakter. Glauber und Tachenius sprechen von einer verschiedenen Stärke der Säuren und erwähnen, daß man eine schwächere Säure durch eine stärkere austreiben kann, so daß z. B. Salzsäure oder Salpetersäure aus Substanzen, welche diese Säuren enthalten, durch Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden können. Die Bezeichnung der Säuren als „Spiritus" hat sich auch in diesem Zeitalter erhalten. Über die Konstitution derselben macht Sylvius einige Angaben, in welchen er die Ansicht vertritt, daß das Ätzende und Scharfe bei denselben, ebenso wie bei den Alka ien, von einem Gehalt an Feuermaterie herrühre.

Zum erstenmal begegnen wir bei van Helmont der Bezeichnung Alkali für Lauge; derselbe spricht von „Alkali fixum", „Alkali volatile" usw. Die Ansichten über die Konstitution sind oben bei den Säuren angedeutet worden, und da die Laugen durch Kochen von Soda oder Pottasche mit gelöschtem Kalk hergestellt wurden, so fand diese von Sylvius herrührende Ansicht von dem Ge-

halt an Feuermaterie in der damaligen Zeit ziemlich allgemeine Anerkennung. Ein besonders anschauliches Bild für diese Annahme bildet der Kalk, welcher eben beim Brennen Feuermaterie aufnimmt und beim Löschen wieder abgibt, was von Sylvius in der Weise aufgefaßt wurde, daß die Feuermaterie durch Wasser in Freiheit gesetzt werde. van Helmont geht in diesen Ansichten noch weiter und behauptet, daß der Kalk beim Brennen eine Säure eventuell Schwefelsäure aufnehme und diese das Erhitzen des Wassers beim Löschen verursache. Des weiteren sind auch verschiedene charakteristische Merkmale für Alkalien angegeben, hierher gehört z. B. das Aufbrausen derselben beim Behandeln mit Säuren, überhaupt das Verschwinden der charakteristischen Eigenschaften der Säuren, wenn man dieselben mit den Alkalien zusammenbringt.

Im Gegensatz zu dem „sal alkali" als der Bezeichnung für Alkalien und dem „sal acidum" als derjenigen für Säuren führen die Salze teils den Namen „Mittelsalze", teils denjenigen „sal salinus", zu welchem gegen Ende des 17. Jahrhunderts noch die Bezeichnung „sal neutrale" kommt. Wenn auch schon zu Anfang dieses Zeitalters wohlbekannt war, daß die Mittelsalze aus Säure und Base entstehen, so sind in den Schriften der damaligen Chemiker keine Andeutungen vorhanden, daß dieselben auch diese Körper als in ihnen enthalten annahmen. Erst bei van Helmont tritt die Ansicht auf, daß das Metall noch im Salz als solches und in unveränderter Form enthalten sei. Dieser Ansicht huldigte auch Glauber und drückt sie deutlich aus, wenn er die Antimonbutter als eine Verbindung von Antimonmetall und Salzsäure bezeichnet und sie „spiritus salis, in welchem der regulus antimonii solviret ist", nennt.

Die Glasfabrikation machte in diesem Zeitalter hauptsächlich in Oberitalien nicht unerhebliche Fortschritte, so wurde in Venedig die Herstellung von gefärbten Gläsern eifrig betrieben. Von einem Florentiner namens Antonio Neri existiert sogar ein im Jahre 1640 erschienenes Buch „de arte vitraria“, in welchem derselbe uns seine reichen Erfahrungen über die Glasfabrikation überliefert. Neben der eifrig betriebenen Nachahmung von Edelsteinen möge besonders erwähnt werden die Entdeckung eines sächsischen Glasbläsers namens Christoph Schürer, durch Zusatz von kobalthaltigen Erzen zum Glasfluß ein schön blau gefärbtes Glas herzustellen. Dasselbe führte im Handel den Namen Zaffer oder Smalte.

Die keramische Industrie verdankt dem oben schon erwähnten Palissy verschiedene Verbesserungen in der Herstellung schöner und dauerhafter Glasuren und Emaillen auf irdenen Gefäßen.

Die Fortschritte in der Färberei bestanden hauptsächlich darin, daß man zum Beizen der Stoffe mit Alaun oder Eisensalzen oder zum Fixieren der Farbstoffe auf Zeugen mit Zinnlösungen verbesserte Methoden kennenlernte. Die Anzahl der zur Verwendung gelangenden Farbstoffe wurde wesentlich vermehrt, sie hängt mit der Entdeckung Amerikas, welche in dieses Zeitalter fällt, zusammen. Wichtige Farbstoffe, wie Blauholz, Gelbholz, Rotholz und Cochenille, wurden von diesem neuentdeckten Weltteil eingeführt.

Das Bestreben, die Tätigkeit des menschlichen und tierischen Organismus auf chemische Reaktion zurückzuführen, lenkte bald das Interesse der Chemiker, wie eingangs dieses Kapitels schon erwähnt wurde, auch darauf hin, die einzelnen Produkte des tierischen Organis-

mus auf ihre Bestandteile zu untersuchen. Dies hatte zur Folge, daß die Kenntnisse über die sogenannten organischen Verbindungen erweitert wurden. Über ihre Zusammensetzung blieb man sich aber immer noch im unklaren.

Die schon seit längerer Zeit bekannte Essigsäure lernten die Iatrochemiker im reinen Zustand durch Destillation von Grünspan herstellen; ferner erklärte Glauber, daß das Destillat von Holz eine Säure enthalte, welche der des Essigs ähnlich sei. Von essigsauren Salzen waren vor allen diejenigen des Bleies bekannt und wurden in Form von Bleizucker und Bleiessig verwendet.

Obwohl die freie Weinsäure erst in viel späterer Zeit entdeckt wurde, so waren doch den Iatrochemikern verschiedene Salze derselben bekannt. Der Weinstein, „tartarus“ genannt, spielte z. B. in dieser Zeit eine bedeutende Rolle; ferner kannte man das Kalium-Natrium-Tartarat als sogenanntes „Seignettesalz“, und Mynsicht und Glauber haben die Darstellung des Brechweinsteins aus Antimonoxyd und Weinstein gelehrt. Ein Destillat von Weinstein, welches Brenzweinsäure enthielt, wurde von Paracelsus als „spiritus tartari“ verwendet. Die Bezeichnung Tartarus wurde vielfach als Kollektivname für Salze von Pflanzensäuren gebraucht, so findet man, daß verschiedentlich auch das Kaliumoxalat, „Sauerkleesalz“ genannt, unter dem Namen Tartarus zu verstehen ist. Bei der Destillation von Bernstein erhielten Libavius und Croll die Bernsteinsäure. Aus dem Safte saurer Äpfel und anderer Früchte wurden Salze der Äpfelsäure, z. B. das Eisensalz, hergestellt, die freie Säure selbst wurde jedoch nicht isoliert. Durch Sublimation von Benzoeharz entdeckte gegen Ende des 16. Jahrhunderts der französische Arzt Blaise de Vigenère die Benzoesäure, zu deren

Darstellung genaue Vorschriften von Turquet de Mayerne vorhanden sind. Gerbsäurehaltige Säfte stellte Paracelsus aus den Galläpfeln und der Eichenrinde her und benutzte sie unter anderem auch zum Nachweis von Eisen (s. S. 53). Eine Angabe über die Darstellung der freien Gerbsäure ist aber nicht gemacht. Der Weingeist wurde durch Paracelsus zur Herstellung von Essenzen und Tinkturen in ausgedehntem Maße benutzt; das noch heute unter dem Namen „Hoffmannsche Tropfen" gebrauchte Gemisch von Äther und Alkohol hat wahrscheinlich Paracelsus schon als Medikament verwendet. Im übrigen ist aber die Kenntnis von der Herstellung des Äthers aus Weingeist und Schwefelsäure bald wieder in Vergessenheit geraten und auch in der Kenntnis der von Paracelsus beobachteten zusammengesetzten Äther bemerkt man keine bedeutenden Fortschritte.

Entsprechend der ganzen Tendenz dieses Zeitalters hat sich im Laufe desselben die pharmazeutische Chemie in bedeutender Weise entwickelt. In den Apotheken beschäftigte man sich, veranlaßt durch das emsige Suchen nach neuen brauchbaren chemischen Präparaten zur Verwendung als Heilmittel, immer mehr mit chemischen Reaktionen, so daß die Apotheken so eigentlich die Pflanzstätten der bedeutenderen Chemiker des folgenden Zeitalters wurden. Wir werden dies im nächsten Kapitel besonders bei Kunkel, Marggraf, Geoffroy und vor allem bei Scheele finden. Von den anorganischen Verbindungen fanden allgemeine medizinische Verwendung in erster Linie die Salze; Kalisalpeter, Kaliumsulfat und Chlorkalium wurden hierzu unter verschiedenen Namen benutzt, das schwefelsaure Natrium, das von Glauber aus dem bei der Salzsäurebereitung zurückbleibenden Rückstand erhalten und „sal mirabile Glauberi" genannt wurde, erfreute sich bei den damaligen Ärzten großer Be-

liebtheit. Von den Ammoniumsalzen waren der Salmiak, das Ammoniumkarbonat und das von Libavius und Glauber entdeckte schwefelsaure und salpetersaure Ammonium in den Arzneischatz aufgenommen. Durch den Arzt Raimund Minderer wurde das essigsaure Ammonium entdeckt und seine wässerige Lösung unter dem Namen „Spiritus Mindereri" als Heilmittel gebraucht. Besonders geschätzte Arzneimittel bildeten die von Pseudo-Basilius hergestellten Antimonpräparate. Mit denselben wurde aber nach und nach viel Unfug getrieben, so daß scharfe Verbote gegen deren Anwendung erlassen wurden, und erst durch die Bemühungen von Sylvius kamen sie wieder mehr und mehr zur Geltung. In erster Linie fanden offizinelle Verwendung der „Kermes minerale", das „Sulfaurat" und das „Algarotpulver". Das von Paracelsus als „arsenicum fixum" bezeichnete Präparat war das aus Arsenik durch Schmelzen mit Kalisalpeter hergestellte arsensaure Kalium. Auch Wismutpräparate kamen für die Apotheken in Betracht, so wurde das basisch salpetersaure Wismut, allerdings in der Hauptsache, als eine geschätzte Schminke benutzt. Durch Paracelsus und seine Schüler kam die Anwendung von Quecksilber und seinen Verbindungen zu hoher Blüte; sie verabreichten sowohl metallisches Quecksilber in feiner Verteilung als Pillen, wie auch verschiedene Salze desselben, z. B. den Sublimat und das basisch kohlensaure resp. schwefelsaure Quecksilberoxyd, für die beiden letzteren wurde der Namen „Mineralturpeth" gebraucht (siehe Seite 55). Aber auch andere Chemiker vermehrten die offizinellen Quecksilberpräparate, so wurde in dieser Zeit das Kalomel und das Alembrotsalz hergestellt und verwendet, und alle diese Umstände waren dazu angetan, die allgemeine chemische Kenntnis des Quecksilbers und seiner Verbindungen wesentlich zu fördern. Zu den früher schon bekannten

Silbersalzen. Silbersulfat und Silberchlorid. wurde von Sala hauptsächlich das Silbernitrat als „Höllenstein" in die Medizin eingeführt.

Bei der Besprechung der Fortschritte der organischen Chemie haben wir gesehen, daß die Essigsäure und die Weinsäure sowie verschiedene Salze derselben vielfach hergestellt wurden. Sie alle fanden medizinische Verwendung und wurden in den Apotheken geführt; besonders hervorzuheben sind der Bleizucker, der Brechweinstein und das Seignettesalz. Auch das oben schon erwähnte von Paracelsus als „spiritus tartari" bezeichnete Destillationsprodukt aus Weinstein fand in der Medizin Verwendung. Durch Einwirkung des Saftes saurer Äpfel oder anderer Früchte auf Metalle wurden verschiedene Arzneien hergestellt, z. B. wurde durch Einwirkung auf Eisen die heute noch gebräuchliche „Tinctura martis pomata" damals schon bereitet. Der aus Weingeist mittels Schwefelsäure von dem Arzte Valerius Cordus hergestellte Äther wurde unter dem Namen „oleum vitrioli dulce verum" als Heilmittel zeitweise gebraucht. Man sieht also deutlich, in welch weitgehendem Maße während dieses Zeitalters eine Vermehrung der als Medikamente dienenden chemischen Präparate unter gleichzeitigem Zurücktreten der früher ohne Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung verwendeten Pflanzensäfte stattgefunden hat.

Das Zusammenarbeiten von Chemie und Medizin war also ein sehr ersprießliches und die chemischen Kenntnisse wurden dadurch in mancher Richtung bedeutend vermehrt. Aber nicht nur dies, es wurde dadurch auch das allgemeine Verständnis und das Gesamtinteresse für chemische Vorgänge in einer Weise gefördert, welche nötig war, um die mit dem nächsten Zeitalter beginnende Weiterentwicklung einzuleiten.

Zeitalter der phlogistischen Chemie.

Nachdem die Chemie während des im vorangehenden Kapitel beschriebenen Zeitalters der Iatrochemie, wie schon angedeutet, sich zu einer geachteten Hilfswissenschaft der Medizin emporgearbeitet hatte, konnte sie in dem neuen Zeitalter einen Schritt weiter gehen und sich einen selbständigen Platz unter den Naturwissenschaften erwerben. Dadurch war es möglich, die chemischen Kenntnisse in weitgehendster Weise zu vermehren und das Bestreben auszuarbeiten, selbständig nach Wahrheit zu suchen. Dies konnte ja so lange nicht geschehen, als die Chemie noch Hilfsmittel anderer Disziplinen war und dadurch in ihrer Arbeitsrichtung mehr oder weniger einseitig beeinflußt sein mußte.

Es ist von nun an die Aufgabe der Chemie festgelegt; sie beschäftigt sich mit der Erkenntnis der Zusammensetzung, Umwandlung und Zerlegung der Körper, mit der Erforschung der Erscheinungen, welche bei ihrer Umwandlung und Zerlegung auftreten, mit den Gesetzen, nach welchen diese Vorgänge sich vollziehen, und mit der Bestimmung, inwiefern die Eigenschaften der Körper von ihrer Zusammensetzung abhängen.

Die Untersuchungen, welche die Chemiker dieses Zeitalters in erster Linie beschäftigten, waren darauf gerichtet, das Wesen der Verbrennung zu erforschen, sie führten zur Aufstellung der sogenannten Phlogistontheorie, mit welcher wir uns weiter unten eingehender befassen werden. Da diese den leitenden Gedanken vom Beginn des 18. Jahrhunderts bis zu den großartigen Ar-

beiten Lavoisiers über den Sauerstoff im Jahre 1775 bildete, so führt dieses Zeitintervall den Namen „phlogistisches Zeitalter“. Die Untersuchungen selbst wurden im allgemeinen nur qualitativ durchgeführt, denn nur so besaß die Phlogistontheorie Existenzfähigkeit und stürzte auch mit dem Zeitpunkte, als durch Lavoisier die exakte quantitative Untersuchungsweise eingeführt wurde, in sich zusammen.

Schon von früher her stammt die Ansicht, daß die Verbrennung eine Zerstörung oder eine Zerlegung des betreffenden Stoffes hervorrufe, daß sich also bei der Verbrennung aus dem verbrennenden Körper etwas ausscheidet, was uns als Flamme erscheint, während der Rückstand den anderen Bestandteil des verbrannten Körpers repräsentiert. Am Ende des iatrochemischen Zeitalters hatte Sylvius auf Grund des Bestrebens, das Prinzip des Brennbaren dem Schwefel zuzuschreiben, die Ansicht vertreten, daß in den brennbaren Körpern Schwefelsäure, welche ja das Verbrennungsprodukt des Schwefels bildet, schon enthalten sei. Diese Ansicht wurde von Kunkel als allgemeingültig angesehen, Boyle dagegen hielt sie wohl für wahrscheinlich, aber keineswegs für erwiesen; er vergleicht zwar die Verbrennung mit der Säuerung des Schwefels, nimmt aber als brennbares Prinzip eine „brennbare Erde“ an.

Von Stahl stammt dann die exakteste Fassung der Ansichten über die Verbrennung, wie sie sich im Laufe dieses Zeitalters entwickelte, und welche die Veränderung aller Körper durch Feuer als ein und dieselbe Erscheinung zusammenfaßt. Dies bringt er dadurch zum Ausdruck, daß er diese gemeinsame Eigenschaft von einem gemeinsamen Bestandteile aller brennbaren Körper abhängig macht, welchen er Phlogiston nennt. Je leichter und

mit je größerer Flamme eine Substanz die Erscheinung der Verbrennung zeigt, um so reicher ist sie an Phlogiston. Demnach ist also die Kohle als ein Körper anzusehen, welcher sich durch einen besonders großen Reichtum an Phlogiston auszeichnet. Die Tatsache, daß bei der Verbrennung von Phosphor oder Schwefel eine Säure entsteht, gab die Veranlassung zu der Ansicht, daß diese beiden Körper eine Verbindung von der betreffenden Säure mit Phlogiston vorstellen. Überträgt man diese Ansicht auch auf die Metalle und ihre durch Erhitzen erhältlichen Oxyde, so sind die Metalle als Verbindungen der Oxyde mit Phlogiston anzusehen. Die Reduktion der Oxyde zu Metallen erklärt Stahl demgemäß in der Weise, daß bei dieser Reaktion das Phlogiston von einem an ihm reichen Körper auf einen übergehe, welcher weniger Phlogiston enthalte. Reduziert man also ein Metalloxyd mit Kohle, so gibt die letztere von ihrem Phlogiston an das Oxyd ab, welches sich damit zum Metall verbinden kann. Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß damit die Stahlsche Verbrennungstheorie so ungefähr das direkte Gegenteil von dem besagt, was wir heute unter der Verbrennung verstehen.

Von den Fortschritten, welche die Chemie in diesem Zeitalter gemacht hat, ist die genauere Fassung des Begriffes Element durch Boyle besonders hervorzuheben. Boyle bezeichnet mit diesem Namen die wirklich darstellbaren, aber nicht weiter zerlegbaren Bestandteile zusammengesetzter Körper. Hierbei bleibt natürlich immer noch die Möglichkeit offen, daß es vielleicht einmal doch gelingen könne, einen seither als Element betrachteten Körper noch weiter zu zerlegen. Im allgemeinen deckt sich aber die Boylesche Definition eines Elementes mit der heute noch gebräuchlichen.

Auffallend ist jedoch, daß namhafte Chemiker, auch Stahl gehört zu diesen, in manchen Sachen sich nicht von alchemistischen Ideen lossagen konnten, ja mitunter findet man sogar noch Anlehnungen an die Aristotelische Lehre.

Trotzdem daß das phlogistische Zeitalter verhältnismäßig kurz war und nur ungefähr ein Jahrhundert umfaßt, so war es doch reich an bedeutenden Chemikern, von denen in erster Linie Boyle, Becher, Stahl, Cavendish, Priestley und Scheele zu nennen sind.

Robert Boyle war am 25. Januar 1626 zu Youghall in der Grafschaft Munster in Irland geboren. In seiner Jugend durchreiste er Frankreich, die Schweiz und Italien, hierbei hielt er sich zwei Jahre in Genf auf, wo er auch seine ersten chemischen Studien betrieb. Im Jahre 1654 siedelte er nach Oxford über, von 1668 an lebte er in London und starb daselbst im Jahre 1691. Im Jahre 1680 wurde er Präsident der Royal Society, welche im Jahre 1663 gegründet war. Betrachtet man seinen edlen, allem äußeren Scheine widerstrebenden Charakter und seine enorme Bescheidenheit mit dem überhebenden Selbstbewußtsein eines Paracelsus, so hat man einen Gegensatz vor sich, wie er wohl kaum drastischer zusammengestellt werden kann. Seine Verdienste um die Entwicklung der Chemie sind hauptsächlich in der Untersuchung der Gase zu suchen; hat er doch das noch heute gültige Gesetz von dem einfachen Verhältnis von Druck und Volumen bei den Gasen (p. v. = const.) ausgesprochen. Aber auch die angewandte Chemie, spez. die Analyse chemischer Verbindungen und die pharmazeutische Chemie verdanken ihm, wie wir noch sehen werden, bedeutende Erweiterung. Boyle hinterließ eine Reihe von Schriften, welche uns durch ihren einfachen Stil und durch die Klarheit des

Ausdruckes erfreuen; sie stehen eben im engsten Zusammenhang mit seinem Charakter und im schroffsten Gegensatz zu der geheimnisvollen Ausdrucksweise der Alchemisten. Von seinen Schriften, welche sowohl in englischer wie in lateinischer Sprache erschienen sind, sollen hier erwähnt werden: Sceptical Chymist (Chemista scepticus) im Jahre 1661; Tentamina quaedam physiologica, ebenfalls 1661 und Experimenta et considerationes de coloribus im Jahre 1663. Außerdem sind in den Philosophical transactions noch mehrere Abhandlungen von Boyle veröffentlicht.

Nikolaus Lemery, geboren im Jahre 1645, gestorben im Jahre 1715, schloß sich in seinen theoretischen Ansichten eng an Boyle an; sein Hauptverdienst für die Förderung der Chemie war sein Bestreben, diese möglichst allgemein zugänglich zu machen, und hierzu trug nicht wenig sein im Jahre 1675 herausgegebenes Werk „Cours de Chimie" bei. Dasselbe galt lange Zeit hindurch als das beste Lehrbuch der Chemie, wofür den schlagendsten Beweis wohl der Umstand liefert, daß schon zu Lemerys Lebzeiten 13 Auflagen desselben erschienen.

Johann Kunkel war geboren 1630 zu Rendsburg, er war zuerst Apotheker, wandte sich aber dann der Alchemie zu. Wenn er auch von der Möglichkeit der Metallveredlung noch völlig überzeugt war, so trat doch sein ehrlicher Charakter wiederholt zutage, da er verschiedentlich Schwindeleien seiner alchemistischen Zeitgenossen aufdeckte. Er führte als Alchemist im Dienste verschiedener Fürsten ein unruhiges Leben und beschloß es im Jahre 1702 zu Stockholm. Sein Hauptverdienst besteht in der Förderung der Experimentalchemie und der praktisch chemischen Kenntnisse im allgemeinen.

Johann Joachim Becher, geboren 1635 zu Speyer,

suchte in theoretischen Fragen die Ansichten von Paracelsus und anderer Iatrochemiker wieder neu zu beleben, war aber im übrigen gleich Kunkel Alchemist und als solcher an verschiedenen Höfen Europas, wie Mainz, München und Wien, tätig. Von den Schriften Bechers seien die im Jahre 1669 erschienene „Physica subterranea" und die „Theses chymicae" aus dem Jahre 1682 erwähnt. Von seinen Entdeckungen mögen das Steinkohlengas und der Steinkohlenteer genannt sein.

Georg Ernst Stahl, geboren 1660 zu Ansbach, widmete sich zuerst dem Studium der Medizin; er wurde im Jahre 1693 als Professor für Medizin und Chemie nach Halle berufen. Seine Beschäftigung mit Chemie entsprang einzig und allein dem Drange, die Wahrheit zu erforschen, was alle seine Arbeiten beweisen. Wenn auch seine Phlogistontheorie in Ermangelung quantitativer Untersuchung auf völlig falschen Ansichten aufgebaut war, so trug seine scharfe Beobachtungsgabe, welche nötig war, um diese Theorie möglichst allgemein zu behandeln, viel zur Förderung der chemischen Kenntnisse bei. Im Jahre 1716 wurde er als Leibarzt des Königs von Preußen nach Berlin berufen, woselbst er bis zu seinem im Jahre 1734 erfolgten Tode lebte. Eine Reihe der bedeutendsten Chemiker dieser Zeit sind aus seiner Schule hervorgegangen; als solche sind Black, Cavendish, Marggraf, Scheele, Bergman und Priestley zu nennen.

Friedrich Hoffmann ist 1660, also im gleichen Jahre wie Stahl, zu Halle geboren. Er studierte in seiner Vaterstadt Medizin, Mathematik und Naturwissenschaften und war später als Professor der Heilkunde an der dortigen Universität tätig. Mit besonderem Erfolg bekämpfte er die irrigen Ansichten der Iatrochemiker Sylvius und Tachenius. In der Hauptsache kommen seine Arbeiten

der Medizin und der pharmazeutischen und analytischen Chemie zugute. Obwohl seine Auffassung von der Verbrennung sich derjenigen von Stahl anschloß, weichen seine Meinungen über die Reduktion der Metalloxyde doch wesentlich von den Stahlschen ab und nähern sich mehr unserer heutigen Auffassung. Vorübergehend war er auch in Berlin tätig, starb aber im Jahre 1742 in seiner Vaterstadt.

Hermann Boerhave, geboren in Voorhout bei Leiden im Jahre 1668, gestorben zu Leiden im Jahre 1738, studierte zuerst Theologie, wandte sich aber bald der Heilkunde zu und beschäftigte sich speziell mit Chemie. Im Jahre 1709 wurde er Professor der Medizin, Botanik und Chemie in Leiden. Von ihm besitzen wir ein großes Lehrbuch „Elementa chemiae“, welches im Jahre 1732 erschien. Im allgemeinen war er Anhänger der Stahlschen Phlogistontheorie, in dem speziellen Falle der Metalloxyde teilte er aber dessen Ansicht nicht.

Der letzte namhafte Vertreter der phlogistischen Anschauungen in Deutschland ist Andreas Sigismund Marggraf, geboren im Jahre 1709, gestorben im Jahre 1782. Zuerst Apotheker, erwarb er sich bald durch eifrige chemische Studien an den Hochschulen zu Frankfurt a. O. Straßburg, Halle und an der Freiberger Bergakademie umfassende chemische Kenntnisse. Er stand völlig auf dem Boden der Anschauungen seines Lehrers Stahl und konnte sich auch von denselben nicht lossagen, trotzdem er selbst bei seinen Untersuchungen über die Phosphorsäure beobachtet hatte, daß der Übergang des Phosphors in Phosphorsäure von einer Gewichtszunahme begleitet ist. Ferner führte er eingehende Untersuchungen über den Saft der Runkelrüben und entdeckte dabei deren Gehalt an Rohrzucker. Auch wurde von Marggraf das Mikro-

skop zum Nachweis bestimmter charakteristischer Stoffe mit Erfolg benutzt.

An diese schließen sich noch folgende französische, englische und schwedische Phlogistiker an.

Stephan Franz Geoffroy der Ältere, geboren zu Paris 1672 als Sohn eines Apothekers, studierte Chemie und Medizin, wurde 1712 Professor der Medizin am Jardin des Plantes in Paris und starb im Jahre 1751. Seine Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf die chemische Verwandtschaftslehre, deren Ergebnisse er in seinen „Tables des rapports“ zusammenfaßte.

Sein Schüler Duhamel de Monceau, geboren 1700, gestorben 1781, beschäftigte sich in eingehender Weise mit der Anwendung der Chemie auf Landwirtschaft und Technik, aber auch in dem Gebiete der reinen Chemie haben seine Untersuchungen fördernd gewirkt; er war der erste, der den Nachweis der Verschiedenheit von Kali und Natron lieferte. Das letztere stellte er aus dem Kochsalz her und fand dabei, daß es die Base von Kochsalz, Borax, Glaubersalz und Soda sei. Die ersten Vorschläge zur künstlichen Herstellung der Soda aus dem Kochsalze rühren ebenfalls von ihm her.

Vorzugsweise als Lehrer der Chemie wirkte in jener Zeit Johann Franz Rouelle, geboren 1703, gestorben 1770, der bekannteste Lehrer von Lavoisier und Proust. Er zeichnete sich durch eine scharfe Beobachtungsgabe aus, welche ihm bei der Festlegung des Begriffs „Salz“ sehr zustatten kam. Seine dahingehenden Ausführungen wurden im Jahre 1745 in den Memoiren der französischen Akademie veröffentlicht. Ebenfalls als Lehrer war am Jardin des Plantes in dieser Zeit Peter Joseph Macquer tätig; von ihm stammen verschiedene Lehrbücher. Seine übrigen Leistungen bezogen sich hauptsächlich auf

die angewandte Chemie, vor allem auf Verbesserungen in der Porzellanfabrikation und in der Färberei.

Joseph Black, geboren im Jahre 1728, war Professor zu Glasgow und später in Edinburg. Von ihm besitzen wir verschiedene mit großem Scharfsinn angestellte Versuche über Kohlensäure und ihre Verbindungen mit Alkalien und Erden. Die Physik verdankt ihm die Entdeckung der „latenten Wärme“. Da Black von jeher den quantitativen Untersuchungen große Aufmerksamkeit schenkte, ist es auch begreiflich, daß er nach Entdeckung des Sauerstoffes und der dadurch erfolgten richtigen Erklärung der Verbrennung sich von den phlogistischen Ansichten abwandte und der Lehre Lavoisiers zustimmte. Sein Tod fällt in das Jahr 1799.

Heinrich Cavendish, geboren zu Nizza 1731, widmete sich hauptsächlich physikalischen und chemischen Untersuchungen. Er ist der Entdecker des Wasserstoffes, welchen er „inflammable air“ nannte. Ferner führte er den Nachweis, daß das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehe und daß die Luft ein konstant zusammengesetztes Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff sei, sowie daß durch Vereinigung der beiden letzteren Gase sich Salpetersäure bilde. Trotzdem er mit diesen Untersuchungen viel zum Sturze der Phlogistontheorie beitrug, konnte er sich persönlich doch nicht entschließen, seine Ansichten in dieser Richtung zu ändern. Er bekämpfte so die Lavoisiersche Verbrennungslehre bis zu seinem im Jahre 1810 in London erfolgten Tode.

Joseph Priestley, geboren zu Fieldhead bei Leeds in Yorkshire im Jahre 1733, führte im Gegensatz zu Black und Cavendish ein unstetes, an Wechselfällen und Verfolgungen reiches Leben, woran wohl neben seiner

persönlichen Unduldsamkeit seine Stellung zur Kirche viel schuld war; er war von Haus aus Theologe, befaßte sich aber als Prediger mit naturwissenschaftlichen Fragen und kam dabei mit der orthodoxen Richtung der englischen Kirche in Konflikt. Während seiner Tätigkeit als Prediger einer Dissidentengemeinde in Birmingham kam es zu einer heftigen Erregung, welche sich gegen ihn wandte und ihn zu dem Entschlusse veranlaßte, nach Amerika auszuwandern. Seine Arbeiten trugen viel zum Fortschritt in der Kenntnis der Gase bei; im Jahre 1774 entdeckte er den Sauerstoff, ohne daß ihn jedoch seine schönen Versuche mit diesem Gase zur richtigen Erkenntnis des Verbrennungsprozesses geführt hätten; im Gegenteil, er war bis zu seinem Tode (1804) einer der eifrigsten Anhänger der Phlogistontheorie. Es ist dies um so schwerer zu verstehen, als er den Kreislauf des Sauerstoffes in der organischen Welt durch den Stoffwechsel von Tier und Pflanze in der richtigen Weise beschreibt.

Tobern Bergman, Professor der Physik, Mineralogie und Chemie, war geboren im Jahre 1735 zu Katharinenberg in Westgotland. Er hat sich besonders um die chemische Analyse verdient gemacht, welche er in systematischer Weise durch neue wichtige Methoden erweiterte. Bergman war es auch, welcher in die Ansichten über die chemische Verwandtschaft eine größere Klarheit brachte, als früher auf diesem Gebiete herrschte. Seine an und für sich schwächliche Körperkonstitution, welche wohl durch übermäßiges Arbeiten noch mehr geschwächt wurde, ließ ihn nur ein Alter von 49 Jahren erreichen.

Carl Wilhelm Scheele, einer der hervorragendsten Chemiker aller Zeiten, wurde im Jahre 1742 in dem damals zu Schweden gehörenden Stralsund geboren. Mit 14 Jahren

begann er seine Laufbahn als Apotheker und war als solcher zu Gotenburg, Malmö, Stockholm und Upsala tätig. In der Stille seiner Apotheke zu Köping entdeckte Scheele nacheinander das Chlor, den Sauerstoff, das Mangan und die Baryterde. Wenn er sich auch nicht von dem Banne der Phlogistontheorie freimachen konnte und seine Entdeckungen in diesem Sinne deutete, so müssen wir doch an ihm seine wunderbare Gabe der Beobachtung und seine ganz hervorragende Begabung zum Experimentieren bewundern. So hat Scheele auf zahlreichen Gebieten der Chemie bahnbrechend gewirkt, und wir werden seinem Namen bei der speziellen Besprechung der Fortschritte der chemischen Kenntnisse in diesem Zeitalter sehr häufig begegnen, zumal da seine bahnbrechenden Arbeiten jedem Gebiete der Chemie angehören. Selbst mit der damals noch ziemlich vernachlässigten organischen Chemie hat er sich erfolgreich beschäftigt, indem er neue Wege fand, die verschiedenen Produkte des tierischen und pflanzlichen Stoffwechsels zu isolieren. Auf diese Weise entdeckte er zahlreiche bisher noch unbekannte organische Säuren und andere Stoffe. Er starb im Jahre 1786, 44 Jahre alt.

Die Kenntnis von den Gasen, welche schon im vorhergehenden Zeitalter in erster Linie durch die Untersuchungen van Helmonts bedeutend erweitert wurde, ist im Laufe dieses Zeitalters ganz besonders weiter entwickelt worden. Bei Gelegenheit der Lebensbeschreibungen der einzelnen Chemiker waren wiederholt schon Andeutungen zu machen über die Entdeckung verschiedener Gasarten, wie Sauerstoff, Wasserstoff usw. Schon vor ihrer Entdeckung findet man vereinzelt die Ansicht auftauchen, daß die Luft ein Gemenge zweier Gasarten sei, und die Untersuchungen über das Atmen von Menschen und Tieren führten auch zu einer strengen Unterscheidung

zwischen der atmosphärischen Luft und der uns heute als Kohlensäure bekannten Gasart, welche als „vergiftete Luft“ oder „fixe Luft“ bezeichnet wurde. Volle Klarheit jedoch in diese Verhältnisse brachte erst die Entdeckung des Sauerstoffes, welcher von Priestley am 1. August 1774 und unabhängig von ihm und auf anderem Wege um dieselbe Zeit herum auch von Scheele erhalten wurde. Priestley stellte ihn zuerst durch Erhitzen von rotem Quecksilberoxyd und nachher, um seine Versuche zu kontrollieren, auch durch Erhitzen von Mennige her. Hierbei erkannte er den Sauerstoff als ein von Wasser nicht absorbierbares Gas, in dessen Atmosphäre eine außerordentlich lebhafte Verbrennung stattfindet. Das Ausgangsmaterial, das Scheele zu seiner Sauerstoffdarstellung benutzte, war der Braunstein, welchen er zu diesem Zwecke mit Phosphorsäure oder Schwefelsäure erhitzte. Er erkannte außerdem auch, daß das sich beim Erhitzen von Salpeter entwickelnde Gas identisch ist mit demjenigen, das er aus Braunstein und Schwefelsäure erhalten hatte. Die weiteren Untersuchungen, welche er mit diesem Gase anstellte, führten bald zu der Erkenntnis, daß dasselbe derjenige Stoff sei, welcher das Prinzip des Atmens und der Verbrennung in sich schließt. Da aber beide Chemiker, wie wir schon gehört haben, bis zu ihrem Tode Anhänger der Phlogistontheorie waren, so vermochten sie auch diese Beobachtungen nicht richtig zu deuten. Von Priestley erhielt diese Gasart daher den Namen „dephlogistisierte Luft“, während sie Scheele als „Feuerluft“ bezeichnete. Es ist aber außer allem Zweifel, daß sowohl Priestley als auch Scheele durch ihre Untersuchungen über den Sauerstoff das experimentelle Material geliefert haben, auf Grund dessen Lavoisier die richtige Deutung der Verbrennung geben konnte. Auch über die

Kohlensäure wurden eingehende Untersuchungen ausgeführt, deren Resultat, wie oben schon erwähnt, die Erkenntnis war, daß dieses Gas sich wesentlich von der atmosphärischen Luft unterscheidet. Diese Ansicht sprach zuerst Black aus, und von ihm stammt auch der Name „fixe Luft“: er erkannte ferner, daß dieselbe bei der Verbrennung von Kohle, bei der Gärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten, beim Atmen von Menschen und Tieren und beim Behandeln der Alkalien mit Säuren entsteht. Er beobachtete weiterhin ihre Fähigkeit, sich mit kaustischen Alkalien und mit Kalk zu verbinden, was er mit der Neutralisation der Alkalien durch eine Säure verglich. Weitere Beiträge zur Erkenntnis dieses Gases rühren von Cavendish her, er beobachtete, daß dasselbe in Kalklösung eingeleitet zuerst einen Niederschlag verursacht, bei weiterem Zusatz aber eine Lösung des Niederschlages bewirkt. Diese Bildung der von uns heute als „Bikarbonate“ bezeichneten Verbindungen verwendete er zur Erklärung der in jener Zeit so brennenden Frage, ob das Wasser Erde auflösen und beim Kochen wieder abscheiden kann. Die Bezeichnung der „fixen Luft“ als Säure, welche Black nicht ausgesprochen hat, rührt von Bergman her, welcher die Beobachtung machte, daß in Wasser gelöste Kohlensäure auf Eisen, Zink, Mangan und, wie auch Cavendish fand, auf neutralen kohlensauren Kalk lösend wirkt. Die Ansichten über die Konstitution der Kohlensäure sind nicht einheitlich: sie wird teils als „phlogistisierte Salzsäure“, teils als eine Modifikation der Schwefelsäure oder der Salpetersäure aufgefaßt. Der Wirklichkeit am nächsten kommt die Ansicht, daß sie eine Verbindung von Sauerstoff und Phlogiston sei. Daß aber in diesem Falle Phlogiston gleich Kohlenstoff zu setzen sei, das auszusprechen vermochten jedoch die Anhanger des Phlogistons nicht.

Der schon so alte und so liebgewonnene Gedanke, daß sich Wasser in Erde oder Stein umwandeln lasse, zog sich auch noch beinahe durch dieses ganze Zeitalter. Wenn auch verschiedentlich andere Meinungen aufkamen, so hatten dieselben einen schweren Stand, da Männer wie Boyle und Geoffroy die Möglichkeit einer Umwandlung noch immer verfochten. Le Roy bezeichnete die bei der Destillation des Wassers zurückbleibende Erde als die in demselben gelösten Stoffe; Scheele untersuchte dieselben genauer und fand in ihnen Kieselerde und Kalkerde. Eine Änderung in diesen Ansichten, wie in der Zusammensetzung des Wassers im allgemeinen trat aber erst mit der Entdeckung des Wasserstoffes durch Cavendish ein. Wie schon mehrfach erwähnt, finden wir in dem früheren Zeitalter verschiedene Angaben darüber, daß der Wasserstoff als ein beim Lösen von Eisen in Säuren sich entwickelndes Gas beobachtet, aber nicht für ein besonderes Gas gehalten wurde, sondern zum Teil mit Kohlensäure verwechselt, zum Teil auch als Luft angesehen wurde. Wohl kannte zwar schon Turquet de Mayerne und nach ihm Boyle und Lemery die Entzündlichkeit desselben und von den Phlogistikern wurde es als das Phlogiston der Metalle angesehen, ja mitunter sogar für identisch mit Phlogiston erklärt. Cavendish erst war es, welcher dieses Gas als eine eigentliche Luftart bezeichnete. Die genaue Untersuchung, welche dieser Chemiker mit dem Wasserstoff anstellte, führte in erster Linie zur Bestimmung seines spezifischen Gewichtes, das er zu $^1/_{11}$ der Luft (richtig ist $^1/_{14}$) ermittelte. Er untersuchte ferner seine Explosionsfähigkeit und fand, daß man dieselbe bei reinem Wasserstoff nicht beobachtet, daß sie dagegen auftritt, sobald er entweder mit Luft oder mit Sauerstoff vermengt ist. Im Jahre 1776 beobachteten Macquer

und de la Methérie, daß beim Verbrennen von Wasserstoff eine wasserähnliche Flüssigkeit entstehe, welche sie aber nicht als mit Wasser identisch erklärten, sondern vielmehr für die zur Entwicklung des Wasserstoffs angewandte Säure hielten. Dementgegen bezeichnete jedoch Cavendish diese Flüssigkeit als Wasser, eine Behauptung, welche durch die Nachprüfungen voll und ganz bestätigt wurde. Damit war die Zusammensetzung des Wassers erwiesen, und Lavoisier brauchte nur noch den analytischen Beweis dafür zu liefern, welcher ihm durch die Zerlegung des Wassers beim Überleiten von Wasserdampf über glühendes Eisen gelang. Die quantitative Analyse des Wassers wurde ebenfalls durch letzteren im Jahre 1786 ausgeführt, wobei er es als aus 22,9 Vol. oder 13,1 g Wasserstoff und 12 Vol. oder 86,9 g Sauerstoff bestehend fand; es sind dies also Werte, welche der tatsächlichen Zusammensetzung nahekommen (24 Vol. Wasserstoff und 12 Vol. Sauerstoff oder 11.11 g Wasserstoff zu 88,89 g Sauerstoff).

Die Resultate dieser Entdeckungen, Untersuchungen und Beobachtungen über Wasserstoff und Wasser wurden, wie wohl zu erwarten war, von den damaligen Chemikern stark angezweifelt. Der Gedanke an die elementare Natur des Wassers war eben so eingebürgert, daß er selbst durch exakte Analysen nicht von heute auf morgen verdrängt werden konnte. Selbst Priestley war im Jahre 1800 noch nicht davon überzeugt, daß das Wasser ein zusammengesetzter Körper sei, und betrachtete immer noch das Verbrennungsprodukt des Wasserstoffes als Salpetersäure. Sogar im Jahre 1801 suchte noch Ritter die elementare Natur des Wassers zu retten und bezeichnete auf Grund der Elektrolyse des Wassers den Sauerstoff als Wasser mit negativer und den Wasser-

stoff als solches mit positiver Elektrizität. Aber auch diese Ansicht konnte mit der Zeit nicht gegen die Untersuchungen Lavoisiers aufkommen.

Wie die Ansichten über die Zusammensetzung des Wassers im Laufe dieses Zeitalters eine Klärung erfahren haben, so bemerkte man eine solche auch bei der Luft.

Über die Zusammensetzung der Luft sind schon in früherer Zeit verschiedene Ansichten ausgesprochen worden, aber dieselben wurden, da es sich als vorteilhafter erwies, nicht bei Besprechung des betreffenden Zeitalters erwähnt; wir müssen also hier einiges nachtragen.

Mayow bespricht in seinem im Jahre 1668 erschienenen „Tractatus de respiratione et de rachitide" und im Jahre 1669 in dem „Tractatus quinque medico-physici" eingehend das Verhalten der Luft bei der Atmung und kommt hierbei zu dem Schlusse, daß nicht die ganze Luft zur Respiration und zur Verbrennung tauglich sei. Er ermittelt ferner, daß diejenige Luft, welche bei der Verbrennung zurückbleibe, etwas leichter sei als gemeine Luft, daß sie die Verbrennung nicht unterhalte und daß sie von Wasser nicht absorbiert werde. Ihre Darstellung führte er in der Weise aus, daß er die Verbrennung in geschlossenen Gefäßen über Wasser vor sich gehen ließ, wobei natürlich eine Absorption der gebildeten Kohlensäure durch das Wasser erfolgte. Boyle hatte sich mit der Untersuchung der Verkalkung der Metalle im geschlossenen Gefäße beschäftigt, unterließ es aber, den Rückstand der Luft genauer zu untersuchen; dies wurde dann 1710 von Hawksbee nachgeholt, welcher diese Gasart als unatembar bezeichnete und auch bemerkte, daß die Flamme darin erlöschte. Von Mayow und anderen wurde nun im Gegensatz zu Boyle diese Luftart als eine „salpetrige" und der Verbrennungsrückstand als „salpetrige

Luft" bezeichnet. Im Jahre 1772 erkannte Rutherford dieses Gas als eigentümliche Luftart, und Priestley, Scheele und Lavoisier unterzogen sie eingehenden Untersuchungen. Dabei fanden diese Chemiker die Angaben Mayows über die Schwere derselben und ihr sonstiges Verhalten bestätigt. Im Laufe der Jahre wurden ferner noch verschiedene andere Darstellungsmethoden aufgefunden, so erhielt sie Berthollet 1791 durch Erhitzen von tierischen Teilen mit Salpetersäure, nachdem sie schon im Jahre 1788 Fourcroy in den Schwimmblasen der Fische aufgefunden und allgemein als Bestandteil aller tierischen Stoffe erkannt hatte. Die Benennung dieser Luftart war verschieden. Mayow und andere nannten sie „salpetrige Luft". Priestley legte ihr im Jahre 1775 den Namen „phlogistisierte Luft", Scheele 1777 „verdorbene Luft" bei, Chaptal schlug nach der Entdeckung ihres Überganges in Salpetersäure den Namen „Nitrogène" vor, Fourcroy nach der Entdeckung, daß sich unter Umständen aus dem Stickgas Ammoniak erhalten lasse, den Namen „Alcaligène"; Lavoisier nannte sie zuerst „mofette atmosphérique", später im Jahre 1787 dagegen, um ihre erstickende Eigenschaft hervorzuheben, „Azote". Die Ansichten über die Konstitution dieses Bestandteiles der Luft waren sehr verworren. Priestley und die meisten Anhänger der Phlogistontheorie betrachteten ihn als Sauerstoff oder Luft, welche mit Phlogiston überladen sei, worauf auch die Bezeichnung als phlogistisierte Luft zurückzuführen ist. Cavendish sah den Stickstoff als phlogistisierte Salpetersäure an, da er fand, daß bei der Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff Salpetersäure entstehe. Klare Vorstellungen traten erst bei den Antiphlogistikern auf, über welche im zweiten Band berichtet wird.

Gelegentlich der Lebensbeschreibung Scheeles wurde

schon auf die Entdeckung des Chlors durch diesen Chemiker hingewiesen. Seine Untersuchungen über den Braunstein, welche ihn im Jahre 1774 zur Isolierung des Sauerstoffes führten, bildeten auch im selben Jahre die Veranlassung zu dieser Entdeckung. Bei der Digestion des Braunsteins mit Salzsäure beobachtete Scheele einen Geruch nach Königswasser und fing deshalb das Gas, welches sich bei dieser Reaktion entwickelte, gesondert auf. Bei der genaueren Untersuchung desselben fand er, daß es eine intensiv gelbe Farbe besaß, daß es Pflanzenfarben so zerstörte, daß sie weder durch Säuren noch durch Alkalien wiederhergestellt werden können, daß Zinnober damit zu Ätzsublimat wird, daß es alle Metalle, selbst Gold heftig angreift und daß Tiere darin ersticken und die Flamme erlöscht. Verschiedentlich beobachtete man auch das Festwerden des wasserhaltigen Gases beim Abkühlen, aber erst in späterer Zeit entdeckte man, daß die hierbei entstehende feste Masse chemisch nicht identisch mit dem Gase sei. Ein gewisser Westrumb beobachtete im Jahre 1789 auch die Feuererscheinung, welche die Schwefelmetalle, ferner Wismut, Antimon und andere Metalle in einer Atmosphäre von Chlor zeigen. Scheele nannte dieses Gas „dephlogistisierte Salzsäure“, indem er annahm, daß bei der Einwirkung von Salzsäure auf Braunstein das Phlogiston der Salzsäure an den Braunstein abgegeben werde und daß eben das sich hierbei entwickelnde Gas Salzsäure minus Phlogiston sei.

Der Schwefel wurde früher als das Prinzip der Verbrennlichkeit angesehen. Die Beobachtung, daß bei seiner Verbrennung Schwefelsäure entsteht, gab die Veranlassung, ihn als eine Verbindung von Schwefelsäure und dem Grundstoff der Verbrennlichkeit anzusehen. Als nun Stahl seine Phlogistontheorie aufstellte, lag es ohne

weiteres nahe, daß er unter Anlehnung an diese Ansicht den Schwefel als eine Verbindung von Phlogiston mit Schwefelsäure auffaßte. Diese Ansicht, welche eben durch das Experiment bestätigt schien, bildete wohl eine der Hauptstützen der Stahlschen Phlogistontheorie. Wie sich Stahl diese Verbindung vorstellte, geht am deutlichsten daraus hervor, daß er dem Schwefel eine dem Alaun oder Vitriol analoge Zusammensetzung zuschrieb, ihn also gewissermaßen als schwefelsaures Phlogiston betrachtete. Bestärkt wurden er und seine Anhänger in dieser Ansicht vor allem durch die leichte und häufige Bildung von Schwefel bei verschiedenen chemischen Prozessen, wie z. B. beim Behandeln von konzentrierter Schwefelsäure mit Terpentinöl oder bei der Fäulnis von Wermutblättern mit einer Glaubersalzlösung, Beobachtungen, welche von den Gebrüdern Gravenhorst in Braunschweig im Jahre 1769 gemacht wurden. Alle diese Erscheinungen befanden sich also tatsächlich mit der Phlogistontheorie in guter Übereinstimmung, und da ist es wohl nicht wunderbar, daß eine Bemerkung Boyles, nach welcher Schwefel auch ein Bestandteil der Schwefelsäure sein könne, und die Aussage von Mayow, daß dies tatsächlich so sei, völlig unbeachtet blieben. Eine Änderung in diesen Ansichten vollzog sich hier erst, als Lavoisier auch in dieser Frage die Wage zu Hilfe rief. Bei der quantitativen Untersuchung der Verbrennung des Schwefels fand er dann, daß der letztere an Gewicht zunehme, und schrieb diese Gewichtszunahme in richtiger Weise dem Umstande zu, daß eben durch die Verbrennung des Schwefels eine Verbindung desselben mit Luft bzw. mit Sauerstoff entstanden sei. Zur Bekräftigung seiner Ansicht zersetzte er andererseits Vitriolöl durch Erhitzen mit Quecksilber und bestimmte das entweichende Gas als ein

Gemisch von schwefliger Säure und Sauerstoff. Außerdem vermochte er noch den Beweis zu erbringen, daß auch die schweflige Säure aus Schwefel und Sauerstoff bestehe, und daß somit dieselbe ein Zwischenglied zwischen Schwefel und Schwefelsäure vorstelle. Übrigens wurde von den Phlogistikern die schweflige Säure ebenfalls als Zwischenglied zwischen Schwefel und Schwefelsäure angesehen, aber in ihrem Sinne in der Weise, daß dieselbe eine Verbindung von Schwefelsäure mit wenig Phlogiston vorstelle, im Gegensatz zum Schwefel, welcher eben aus Schwefelsäure und mehr Phlogiston bestehe. Die quantitativen Untersuchungen Lavoisiers über die Verbrennungsprodukte des Schwefels erbrachten nun auf der Grundlage seiner Sauerstofftheorie den Beweis der elementaren Natur des Schwefels und beraubten zugleich die Phlogistontheorie einer ihrer bedeutendsten Stützen.

Den Alchemisten war, wie schon oben erwähnt (S. 33), bekannt, daß sich der Schwefel in Ätzlaugen löst und durch Säuren wieder daraus gefällt werden kann. Das Gas aber, welches sich bei dieser Reaktion entwickelt, wurde nicht berücksichtigt, und wenn es erwähnt ist, so wurde es nur mit dem Namen „schweflige Dämpfe" bezeichnet. Etwas mehr Aufmerksamkeit schenkte man ihm im Laufe dieses Zeitalters und unterzog speziell seine verschiedenen Eigenschaften einer genaueren Untersuchung. Die Entzündlichkeit desselben wurde von dem Apotheker Meyer aus Osnabrück entdeckt und wird von Rouelle beschrieben; ferner wird von verschiedenen Chemikern seine Fähigkeit erwähnt, mit gewissen Metallsalzlösungen Niederschläge zu bilden. Scheele gibt an, daß Wasser dasselbe unter Annahme seines Geruches absorbiere, daß es beim Stehen an der Luft oder bei der Einwirkung von Salpetersäure oder Chlor Schwefel abscheide und daß es beim starken Er-

hitzen Schwefel und Wasserstoff bilde. Er stellte es teils aus Kalkschwefelleber, teils aus Mangansulfid oder Schwefeleisen durch Behandlung mit Schwefelsäure her und nannte es „Schwefelleberluft". Andere Chemiker bezeichneten es auch als „stinkende Schwefelluft", „hepatische Luft" oder „Hydrogène sulfuré".

Von den Phlogistikern wurde die Konstitution dieses Gases in der Weise gedeutet, daß es aus Schwefel, Phlogiston und Hitze bestehe, wobei Phlogiston in diesem Falle eben gleich Wasserstoff zu betrachten wäre. Wie verworren im allgemeinen die Meinungen in dieser Frage waren, geht daraus hervor, daß mitunter auch die Ansicht vertreten ist, daß der Schwefel nicht in dem Gase direkt enthalten sei, sondern daß derselbe nur von dem Dampfe mitgerissen werde, so daß er sich durch Waschen mit Wasser wieder daraus entfernen lasse. Kirwan bezweifelte sogar, daß dasselbe überhaupt Wasserstoff enthalte.

Daß man beim Zusatz von viel Schwefelsäure zu einer Lösung von Schwefelleber nicht das oben beschriebene Gas enthält, sondern daß hierbei ein Öl entsteht, war Scheele nicht entgangen; doch war er sich über die Konstitution dieser uns heute als Wasserstoffsupersulfid bekannten Verbindung nicht im klaren. Auch den Schwefelkohlenstoff, wenigstens in Dampfform, hatte Scheele beim Erhitzen von Kohle und Schwefel erhalten. Seine Herstellung in flüssigem Zustande und seine genauere Untersuchung fällt aber nicht in dieses Zeitalter.

In die Periode, welche den Übergang des iatrochemischen Zeitalters zu demjenigen der Phlogistontheorie bildet, fällt auch die Entdeckung des Phosphors. Sie ist eigentlich das Ergebnis alchemistischer Arbeiten. Der Hamburger Chemiker und Arzt Brand hatte in einem

alchemistischen Werke gelesen, daß ein gewisser Stoff im Harn geeignet sei, die Umwandlung des Silbers in Gold zu vollziehen. Im Jahre 1669 experimentierte er nach dieser Vorschrift, und als er den Abdampfrückstand der genannten Flüssigkeit einer Destillation bei sehr starkem Feuer unterwarf, erschien in der Vorlage seiner Retorte das leuchtende Element. Brand bezeichnete es mit dem Namen „kaltes Feuer“. Er machte seinen Freunden von dieser Entdeckung Mitteilung, wußte sie aber nicht zu verwerten, und da er selbst nicht literarisch tätig war, so blieb das „kalte Feuer“ weiteren chemischen Kreisen einige Jahre unbekannt. Erst mehrere Jahre später wurde es durch den kursächsischen Handelsrat Dr. Kraft in Dresden allgemein bekannt, welcher von Brand gegen Bezahlung oder gegen ein Geschenk einige Lot Phosphor ausgehändigt erhalten hatte. Der Name Phosphor stammt von Joh. Elsholz, dem Leibarzt des Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg.

Kunkel nimmt die Entdeckung des Phosphors für sich in Anspruch, denn er schreibt „über dieses von mir mit unglaublicher Verdrießlichkeit und Mühe erfundene Wunderlicht“, aber schon Leibniz, welcher sich sehr für diese Entdeckung interessierte, nimmt für Brand Partei, und in neuerer Zeit wurden die Verdienste Brands durch eine Studie von Peters (Chem.-Zeitg. 1902) endgültig festgelegt.

Die Darstellung des Phosphors wurde nach Angaben aus jener Zeit in der Weise ausgeführt, daß man eingedampften und mit Sand vermengten Harn bei starkem Feuer erhitzte. Mit der Zeit lernte man dann auch noch andere Darstellungsweisen kennen, wie die aus verschiedenen Pflanzen; wir finden hierüber Angaben bei Marggraf, welcher die Bildung von Phosphor aus Senf, Garten-

kressensamen und Weizen bespricht. Darüber, ob die für die technische Herstellung so wichtige Bildung desselben aus Kalziumphosphat von Scheele oder Gahn stammt, herrschen Zweifel. Man findet allerdings diese Reaktion bei Scheele zuerst erwähnt.

Es ist natürlich klar, daß die Entdeckung eines so merkwürdigen Stoffes unter den Chemikern der damaligen Zeit berechtigtes Aufsehen erregte und eingehende Untersuchungen veranlaßte. An diesen haben sich vor allem Boyle und Kunkel beteiligt und konnten zur besseren Kenntnis des Phosphors manches beitragen. So wurde bald bekannt, daß derselbe beim Verbrennen in Gegenwart von Wasser ein öliges Produkt bilde, dessen saure Eigenschaften Boyle beobachtete, welche dann vorübergehend zu der Meinung führten, dieses Öl sei nichts anderes als Schwefelsäure. Stahl betrachtete es dagegen als eine Verbindung von Phlogiston und Salzsäure, indem er sich die Anwesenheit der letzteren durch den hohen Kochsalzgehalt des Harns erklärte.

Nach diesen phlogistischen Ansichten wäre also der Phosphor eine Verbindung von Phlogiston mit der bei seiner Verbrennung entstehenden Säure, die letztere soll aber nach Stahl aus Phlogiston und Salzsäure bestehen, so daß sich als weitere Folgerung ergibt, daß der Phosphor eine Verbindung von sehr viel Phlogiston mit wenig Salzsäure sei. In der Tat findet man auch die Ansicht vertreten, daß eine künstliche Darstellung des Phosphors möglich sei, wenn man nur Salzsäure mit Phlogiston im richtigen Verhältnis mische.

Die Ansichten über den Begriff der Säuren unterlagen in diesem Zeitalter verschiedenen Wandlungen. Boyle bestimmte denselben nach ihren auflösenden Eigenschaften, nach ihrer Bildung von sogenannten

„Mittelsalzen“ und nach ihrer Fähigkeit, Schwefel und andere in Alkalien gelöste Stoffe abzuscheiden oder Pflanzenfarben zu verändern bzw. solche wiederherzustellen, wenn sie durch Alkali verändert worden waren. Im vorhergegangenen Zeitalter hatte sich die Ansicht entwickelt, daß die verschiedenen Säuren verschieden stark seien; dementgegen nahm Boerhave (1732) an, daß alle Säuren die gleiche Stärke besitzen und daß die verschiedene Stärke der Essigsäure und Schwefelsäure nur von einem verschiedenen Wassergehalt herrühre. Diese Ansicht war auf die Beobachtung gegründet, daß gleiche Quantitäten verschiedener Säuren immer die gleiche Menge Laugensalz absättigen. Hellot (1736) teilte die Säuren in mineralische, vegetabilische und animalische Säuren ein und bezeichnete so die Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure als „acides minéraux“ im Gegensatz zu der aus den Ameisen hergestellten Ameisensäure, welche er zu den animalischen Säuren zählte. Für die Konstitution der Säuren waren die Erörterungen Stahls dem ganzen Zeitalter mehr oder weniger maßgebend. Da Stahl sowohl Säure, wie Base und Mittelsalz als salzartige Verbindungen auffaßte, so fand er in der stärksten Säure das Musterbild eines Salzes. Deshalb galt ihm die Schwefelsäure als der einzige salzartige Grundstoff, welcher durch seine mit verschiedenen anderen nichtsalzartigen Substanzen einzugehenden Verbindungen die unzählbare Menge von weniger einfachen salzartigen Gemischen erzeugen kann. Allein diese Mineralsäure war nach Stahl nur ein Grundstoff zweiter Ordnung, der aus der Vereinigung des elementaren Wassers und der elementaren Erde hervorgegangen ist. Die Salpetersäure sah er als die Primitivsäure an, welche durch Putrifaktion verändert und mit Phlogiston vermengt sei, im Gegensatz

zu der Salzsäure, welche er als die durch ein mineralisches Prinzip verdünnte Primitivsäure auffaßte. Diese Ansichten setzten demgemäß eine Ursäure voraus; wie man sich aber diese vorstellen müsse, darüber scheint bei den damaligen Chemikern völlige Unklarheit geherrscht zu haben. Stahl selbst suchte eine Zeitlang die Phosphorsäure zu einer solchen zu machen, ohne daß er dieser Ansicht lange gehuldigt hätte. Naturgemäß mußte diese Ansicht auch zu dem Glauben führen, daß es möglich ist, Salz-, Schwefel- und Salpetersäure ineinander umzuwandeln.

Da sich dieser Gedanke der Ursäure so allgemein fassen ließ, so suchte Stahl auch die Konstitution der Basen auf diese Weise zu erklären. Er glaubte dies durch die Annahme zu erreichen, daß eben bei den Basen der Gehalt an der Primitivsäure nur sehr gering sei und zwar um so geringer, je alkalischer sie sind. Unter diesem Gesichtspunkt erklärt er z. B. das Alkalischwerden des Weinsteinsalzes beim Behandeln mit Kalk damit, daß jenem durch den letzteren Primitivsäure entzogen würde. Wenn nun der Erklärung letztgenannter Reaktion aber Boerhave entgegenhält, daß das Ätzende des Kalkes aus dem Feuer komme, so hat es den Anschein, als wolle er die Kaustizität des mit Kalk behandelten Weinsteinsalzes damit erklären, daß dieselbe in der Aufnahme von Feuermaterie bestehe. Ob Boerhave tatsächlich dieser Meinung war, läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, da seine diesbezüglichen Ausführungen sehr ungenau sind, jedenfalls wäre diese Erklärung das gerade Gegenteil von derjenigen Stahls; denn dieser sucht das Kaustischwerden mit der Abgabe einer hypothetischen Materie zu erklären, während Boerhave es der Aufnahme einer solchen zuschreibt. Da die seitherigen Chemiker die beim

Lösen mancher Alkalien in Säuren sich entwickelnde Gasart völlig vernachlässigten, so war bisher auch kein Unterschied gemacht worden zwischen Alkalien, welche sich in Säuren unter Aufbrausen lösen, und solchen, bei welchen ein derartiges Aufbrausen nicht stattfindet. Diesem verschiedenen Verhalten wurde jedoch im Laufe des phlogistischen Zeitalters Rechnung getragen, und zu seiner Erklärung sind zwei verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Die eine rührt von Black her und stützt sich auf exakte quantitative Untersuchungen in erster Linie an Kalk und an Magnesia, während die andere von dem Apotheker Johann Friedrich Meyer aus Osnabrück stammt und völlig von phlogistischen Theorien durchdrungen ist. Es ist deshalb nicht wunderbar, daß die letztere Ansicht in jener Zeit mehr Anhänger sich zu verschaffen wußte, als diejenige es vermochte, welche sich auf die exakten Untersuchungen Blacks stützte. Dieser war imstande, quantitativ nachzuweisen, daß, wenn er „magnesia alba" in gewogener Menge kalzinierte, so daß er sie ohne Aufbrausen in Säuren zu lösen vermochte, und aus der Lösung durch Zusatz von Pottasche die „magnesia alba" wieder ausfällte, die Menge der letzteren mit der Menge der angewandten übereinstimmte. Durch diese Untersuchung ließ sich zugleich nachweisen, daß das beim Glühen von Kalk oder Magnesia entweichende Gas mit dem beim Lösen derselben in Säuren identisch sei. Demgegenüber vertrat Meyer die Ansicht, daß der Kalk beim Erhitzen nur Wasser verliere, und daß er aus den Körpern, deren Verbrennung ihn erhitze, Feuermaterie aufnehme und diese letztere dasjenige sei, was ihn ätzend mache. Das Aufbrausen mit Säuren ist nach ihm eine allgemeine Eigenschaft der Alkalien, welche sie eben beim Erhitzen dadurch verlieren, daß sie die

einer Säure ähnliche Feuermaterie aufnehmen. Die Feuermaterie selbst bezeichnet Meyer als „acidum pingue“: ein Name, welcher allerdings durch die anderen Phlogistiker verschiedentlichen Änderungen unterworfen wurde. Meyer betrachtete also die ätzenden Alkalien gewissermaßen als Salze von Alkali und „acidum pingue“, wobei sich letztere Säure mitunter schon durch Wasser wieder austreiben lasse. Dadurch sollte die Erhitzung des Ätzkalkes beim Behandeln mit Wasser erklärt werden, und da für dieses Verhalten des Kalkes die Blacksche Ansicht keine Erklärung gab, so ist dies auch mit ein Grund, warum die Ansicht Meyers damals bevorzugt wurde. Dem steigenden Erfolg der quantitativen Untersuchungen, welche schon gegen Ende dieses Zeitalters immer mehr Anwendung erfuhren, konnte die Meyersche Theorie, deren ganzes Gebäude rein qualitativer Natur war, nicht standhalten und die eingehenden Untersuchungen Lavoisiers entschieden den Streit, welcher sich darüber entsponnen hatte, zugunsten der Anhänger der Blackschen Theorie.

Mit diesen theoretischen Entwicklungen Hand in Hand ging auch eine Vermehrung des experimentellen Materials über die basischen Stoffe. Es wurden im Laufe dieses Zeitalters verschiedene sogenannte „Erden“ entdeckt, deren chemische Eigenschaften, wie die Feuerbeständigkeit und Unlöslichkeit in Wasser, bald erkennen ließen, daß sie in naher Beziehung zu den Alkalien standen. Marggraf entdeckte 1754 die Alaunerde, Scheele 1774 die Baryterde, so daß neben diesen beiden im Jahre 1782 noch die Bittererde, Kalkerde und Kieselerde als einfache Erdarten bekannt waren.

Vielfach beschäftigten sich die Chemiker mit dem Gedanken, ob das in der Holzasche enthaltene Alkali im Holze erst bei der Verbrennung entstehe, oder

schon vorher darinnen gebildet sei. Der Franzose Bourdeleine suchte (1727 und 1730) zu beweisen, daß dasselbe im Holze an eine Säure gebunden ist, welche durch die Verbrennung zerstört wird, so daß dadurch das Alkali in Freiheit gesetzt werden kann. Dieser Ansicht trat vor allem Stahl entgegen, da er gefunden hatte, daß das Extrakt einer gewissen Menge Holz mehr Alkali nach dem Eindampfen und Verbrennen gebe, als eine gleiche Menge unmittelbar eingeäschert. Eine Erklärung für diese Erscheinung glaubte er darin zu finden, daß die Bestandteile des Laugensalzes im Holze zu weit voneinander liegen und deshalb beim Abbrennen einzeln durch das Feuer verjagt würden, ehe sie sich zum Alkali verbinden könnten. Marggraf brachte im Jahre 1764 gültige experimentelle Beweise für die Präexistenz der Alkalien in den Pflanzen. Er zeigte nämlich, daß man in einem natürlichen, ohne vorherige Verbrennung erhaltenen Pflanzensaft, wie im Weinstein oder Sauerkleesalz, fixes Alkali nachweisen könne, da dasselbe mit Salpetersäure behandelt in eindeutiger Weise Salpeter liefere.

Das Jahr 1744 brachte eine schärfere Definition der Salze durch Rouelle. Bisher wurden als hauptsächlichste Kennzeichen für Salze ihr Geschmack und ihre Löslichkeit betrachtet. Der Einfluß der Löslichkeit ging sogar so weit, daß man z. B. das beim Versetzen von Vitriolöl mit starker Kalilauge sich sofort abscheidende Kaliumsulfat wegen seiner vermeintlichen Unlöslichkeit für verschieden von dem aus verdünnten Lösungen langsam auskristallisierenden hielt, ja es sogar teilweise überhaupt nicht zu den Salzen rechnete. Rouelle bezeichnete als Mittelsalz jede Verbindung einer Säure mit einer Basis, so daß auf diese Weise von ihm auch eine Anzahl von Ver-

bindungen den Salzen zugeteilt wurde, welche nach den oben angeführten damaligen Ansichten nicht dahin zu zählen sind, wie Kalomel oder Hornblei. Weiterhin aber teilt Rouelle die verschiedenen Salze in Neutralsalze, in saure und in basische Salze ein. Bei den Neutralsalzen ist die Basis mit der Säure genau gesättigt; bei den sauren Salzen ist ein Überschuß von Säuren vorhanden, während endlich die basischen Salze weniger Säure enthalten, als die Basis verlangt. Wenn auch seine diesen Grundgedanken enthaltenden Ausführungen noch manchen Irrtum in sich bargen, so sind dieselben doch die Grundlage für unsere heutige Auffassung in dieser Frage geworden. Einer von diesen Irrtümern war z. B. der, daß bei der Einteilung in diese drei Gruppen die Löslichkeit der einzelnen Salze eine wesentliche Rolle spielte. Er suchte die Salze gerade an ihrer verschiedenen Löslichkeit zu erkennen, indem er die sauren Salze als die leichtlöslichsten und die basischen als die schwerlöslichsten betrachtete. Der Hauptanteil an dem Ausbau der Rouelleschen Begriffe und an der Widerlegung der gegen diese hauptsächlich von Baumé vorgebrachten Bedenken gebührt Bergman und nach ihm im folgenden Zeitalter Berthollet, welch letzterer dann auch den Beweis führte, daß in den verschiedenen Salzen sämtliche Bestandteile chemisch gebunden seien. Bergman trat auch erfolgreich gegen die Ansichten Stahls auf, nach welchen sich nur regulinische Metalle, nicht aber verkalkte mit Säuren zu Salzen vereinigen können, wobei eben das Phlogiston noch eine Rolle spielen sollte. Von Stahl stammt ferner die Bezeichnung „doppelte Salze“; sie wurde aber von ihm nicht in dem heutigen Sinne gebraucht, sie bedeutete vielmehr dasselbe wie Mittelsalz. Diese Auffassung führte zu der Benennung des schwefelsauren Kalis als „Doppelsalz“.

Bei dieser Gelegenheit soll noch erwähnt werden, daß anläßlich der Ausarbeitung einer Methode, die Pottasche in kristallinische Form zu bringen, von einem gewissen Carthäuser im Jahre 1757 die sauren Alkalikarbonate entdeckt wurden.

In diese Zeit fallen auch die erfolgreichen Bemühungen verschiedener Chemiker, wie Boyle, Kunkel, Marggraf, Macquer, die wissenschaftlichen Erfahrungen chemischer Reaktionen für die verschiedenen Zweige der Industrie nutzbar zu machen. Schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurde allgemein von den Chemikern ein Unterschied gemacht zwischen reiner Chemie und technischer Chemie; dies geht am deutlichsten daraus hervor, daß damals eine Reihe von Lehr- und Handbüchern für die einzelnen Zweige der technischen Chemie entstanden sind. Dem erfolgreichen Emporarbeiten der chemischen Großindustrie mußte natürlicherweise die genaue Ausarbeitung praktisch-analytischer Methoden vorangegangen sein. Für das allgemeine Bedürfnis solcher Methoden, in erster Linie in ihrer Anwendung für die Metallurgie und Mineralchemie, mag wohl als bester Beweis gelten, daß schon im Jahre 1686 König Karl XI. von Schweden sich veranlaßt sah, ein technisches Laboratorium zu errichten. Dasselbe sollte den Zweck haben, den Wert der verschiedensten Naturprodukte zu ermitteln, und sich zugleich mit der Aufgabe befassen, Versuche zur Ausbeutung chemischer Produkte anzustellen.

Der immer mehr zunehmende Verbrauch an Säuren gab den Anstoß zu ihrer Herstellung im großen. Damit ist der Grund gelegt worden für den heute so wichtigen Industriezweig der Säurefabrikation. Nach Boyles Aussagen wurde die Salpetersäure in besonderen Brennereien aus Salpeter hergestellt. Neben der Darstellung der rauchenden

Schwefelsäure aus Eisenvitriol, welche hauptsächlich in Nordhausen im Harz ausgeführt wurde, kam die Gewinnung der Schwefelsäure durch Verbrennen von Schwefel unter Zusatz von Salpetersäure um die Mitte des 18. Jahrhunderts zuerst in Richmond in England in größerem Maßstabe zur Ausführung. Bald wurden auch die hierzu benutzten Glasballons durch Bleikammern ersetzt. Diese Einrichtung, welche zuerst in Birmingham aufkam, ist auch heute noch für alle Fabriken, die die Schwefelsäure auf diesem Wege herstellen, unentbehrlich. Die Einrichtung für einen kontinuierlichen Betrieb einer solchen Anlage fällt aber noch nicht in dieses Zeitalter.

Mit dem immer mehr anwachsenden Verbrauch von Soda zur Seifenbereitung, Glasfabrikation usw. trat auch die Frage auf, in welcher Weise man diese wichtige chemische Verbindung aus leicht zugänglichen Natriumverbindungen, in erster Linie aus dem Kochsalz herstellen könne. Hier war es hauptsächlich Duhamel de Monceau, welcher sich verschiedentlich bemühte, eine Lösung dieser Frage zu erzielen. Wenn seine Versuche auch nicht von Erfolg begleitet waren, so lieferten sie doch ein beachtenswertes Material für die erfolgreichen Arbeiten späterer Chemiker, wie Leblanc u. a.

Verschiedentliche, wenn auch nicht gerade bedeutende Verbesserungen wurden in der Metallurgie eingeführt. Vor allem ist zu erwähnen die von Marggraf gelehrte Gewinnung des Zinks aus Galmei, ferner die Bearbeitung einzelner Metalle, wie das Gravieren, Verzinnen und Vergolden des Eisens oder die Versilberung des Kupfers: Verfahren, um deren Verbesserung sich hauptsächlich Boyle und Kunkel verdient gemacht haben.

In der Färbereitechnik bemerkt man das Bestreben, einerseits neue Farbstoffe herzustellen, anderer-

seits auch den Färbeprozeß selbst zu studieren. Der Erfolg in der einen Richtung war die Herstellung des Berlinerblaus als Farbstoff und die Bereitung des Musivgolds und des Scheeleschen Grüns als Malerfarben; das erste wurde ganz zufällig im Jahre 1710 von dem Farbenkünstler Diesbach entdeckt. Durch das Studium des Färbeprozesses entstand eine Einteilung der Farbstoffe in zwei Klassen, je nachdem sie sich auf den Geweben mit oder ohne Beizen fixieren ließen.

Es ist schon früher (S. 17) erwähnt worden, daß die Herstellung von Porzellan bei den Chinesen sehr frühe bekannt war, daß aber bei den übrigen Völkern keine Anzeichen für ähnliche Kenntnisse vorhanden sind. Die Entdeckung des europäischen Porzellans fällt in dieses Zeitalter. Neuere Forschungen haben ergeben, daß der Entdecker desselben nicht, wie eine Zeitlang angenommen wurde, der Chemiker Böttiger ist, sondern Ehrenfried Walter von Tschirnhaus, der am 11. Oktober 1708 zu Dresden starb. Derselbe beobachtete, daß fein gemahlenes Aluminium- und Magnesiumsilikat bei hoher Hitze sich in eine harte, weiße und glasige Masse verwandeln und daß gewisse Flußmittel, wie Kieselerde und Kreide, die Verglasung bei schwer schmelzbaren Stoffen erleichtern. Er konstruierte auch die ersten Porzellanöfen. Er nahm Böttiger als Gehilfen zu der Porzellanmacherei an, und nach seinem Tode war der letztere derjenige, welcher in dieser Kunst am meisten bewandert war. Die Untersuchung Réaumurs und Macquers vermochten die Frage der Porzellangewinnung endgültig zu lösen. Die Beschäftigung dieser beiden Franzosen hatte zur Folge, daß die Porzellanbereitung in Frankreich, vor allem in Sèvres zu besonderer Blüte gelangte. In Deutschland wurde das Porzellan vorzugsweise in Meißen fabriziert.

Die Kenntnisse organischer Präparate wurden in diesem Zeitalter bedeutend bereichert, wenn man auch in den Ansichten über die eigentliche Zusammensetzung dieser Verbindungen keinen Fortschritt zu bemerken vermag. Jedoch häufte sich das Tatsachenmaterial immerhin so weit an, daß es Lavoisier möglich war, auch in diesem Teile der Chemie bahnbrechende Aufklärung zu schaffen. Im speziellen wurden für den Weingeist und die verschiedenen Äther praktische Darstellungsmethoden ausgearbeitet. und auch einige dieser Verbindungen eingehenderen Untersuchungen unterzogen. Hoffmann und Macquer war es z. B. nicht entgangen, daß die Entstehung des Äthers aus Alkohol mit der Bildung von Wasser verbunden sei. Zu der schon längst bekannten Essigsäure gesellten sich auf Grund der umfassenden Untersuchungen Scheeles eine Reihe anderer Säuren, welche zum Teil in der Natur vorkommen und von ihm aus Pflanzensäften mit Hilfe ihrer Kalk- oder Bleisalze isoliert wurden, wie Zitronensäure, Weinsäure, Äpfelsäure und Oxalsäure; zum Teil gelangte er auch mit Hilfe chemischer Reaktionen zu neuen derartigen Verbindungen, und hierher gehört die Darstellung der Oxalsäure durch Behandeln von Zucker mit Salpetersäure und die Bildung der Schleimsäure bei analoger Behandlung der Milchsäure. Außerdem vermochte Scheele aus den Harnsteinen die Harnsäure zu isolieren. Bezeichnend für die umfangreichen und auf einer scharfen Beobachtungsgabe basierenden Untersuchungen dieses Chemikers ist vor allem die Entdeckung der Blausäure durch Behandeln von Blutlaugensalz mit Schwefelsäure, wobei besondere Erwähnung verdient, daß er von jener auch die qualitative Zusammensetzung ziemlich richtig angegeben hat. Im Gebiete der Chemie der Fette und Öle war es ebenfalls wieder Scheele, welcher

bei der Zersetzung von Olivenöl mit Bleiglätte das Glyzerin isolierte; seines süßen Geschmackes wegen legte er dieser Verbindung den Namen „Ölsüß" bei. Trotz alledem war aber die Ansicht über die Zusammensetzung der Fette nicht klarer geworden und das volle Verständnis für die Wichtigkeit der Entdeckung des Glyzerins in bezug auf die Konstitution der Fette und Öle blieb einer späteren Zeit vorbehalten.

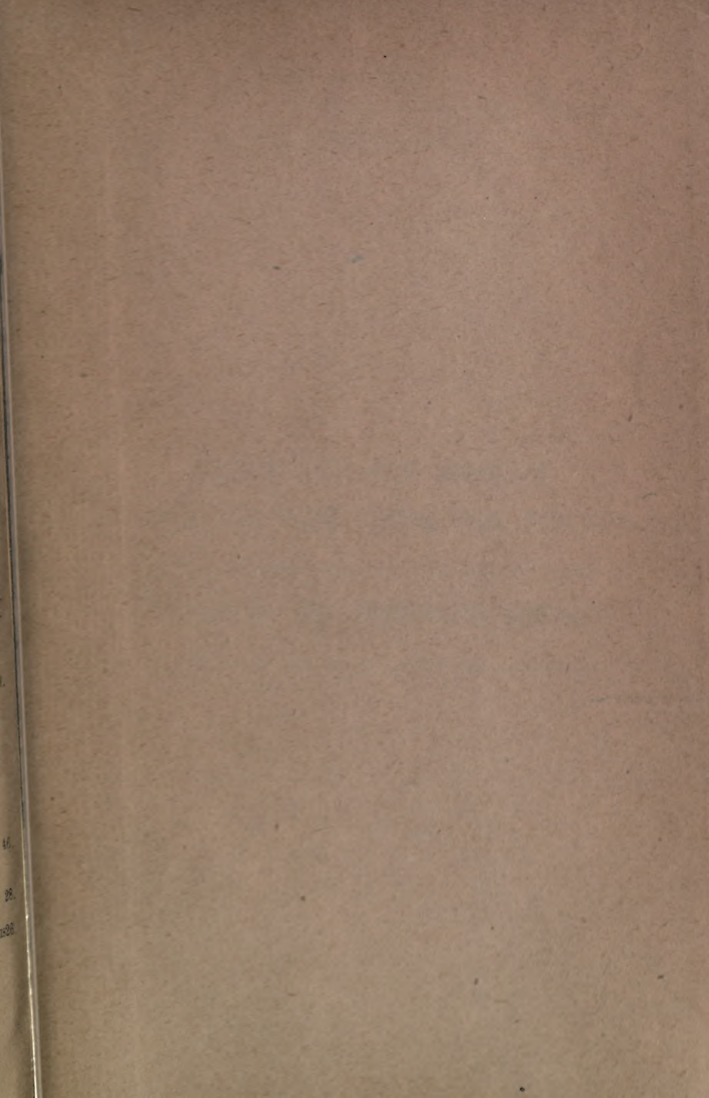
Die vielen Anregungen, welche das iatrochemische Zeitalter auf die Entwicklung der Pharmazie ausgeübt hatte, waren im Verein mit dem Umstande, daß eine große Zahl hervorragender Forscher dieses Zeitalters aus dem Apothekerstande hervorgegangen sind, nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung pharmazeutisch-chemischer Kenntnisse geblieben. Von verschiedenen Seiten wurde darauf hingearbeitet, durch Herausgabe tüchtiger pharmazeutischer Lehrbücher, wie von Baumé (1762) und von Hagen (1787), und durch Gründung besonderer pharmazeutischer Laboratorien die wissenschaftliche Behandlung der Pharmazie zu unterstützen.

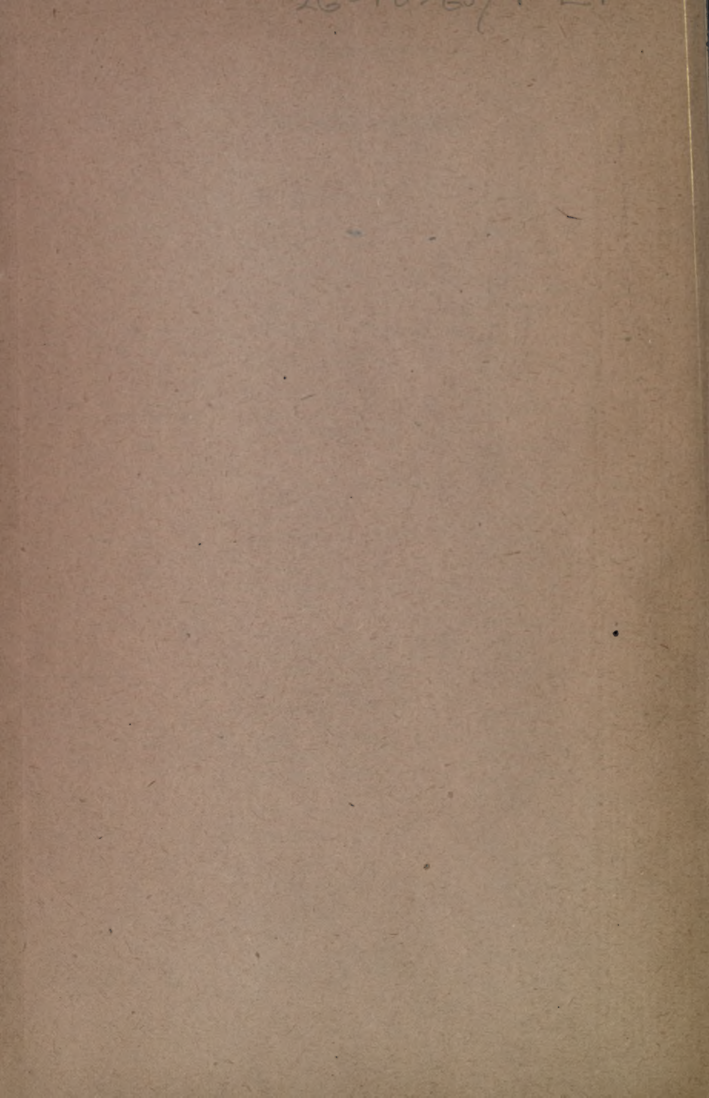
Der Arzneischatz erhielt im Laufe dieses Zeitalters manche Bereicherungen. Kohlensaures Ammonium fand unter dem Namen „englische Tropfen", schwefelsaure Magnesia unter dem Namen „sal anglicum", später „Bittersalz" genannt, Magnesiumoxyd als „magnesia alba", schwefelsaures Kali als „sal polychrestum" in weitgehendem Maße als Heilmittel Verwendung; Eisenchlorid in weingeistiger Lösung erfreute sich unter den Namen „Goldtropfen" oder „Nerventinktur" großer Beliebtheit; Kermes, Hoffmannsche Tropfen, nach dem Haller Arzt Hoffmann (S. 60) genannt, basisch essigsaures Blei mit Wasser verdünnt, unter dem Namen seines Entdeckers als „Goulardsches Wasser", bildeten geschätzte

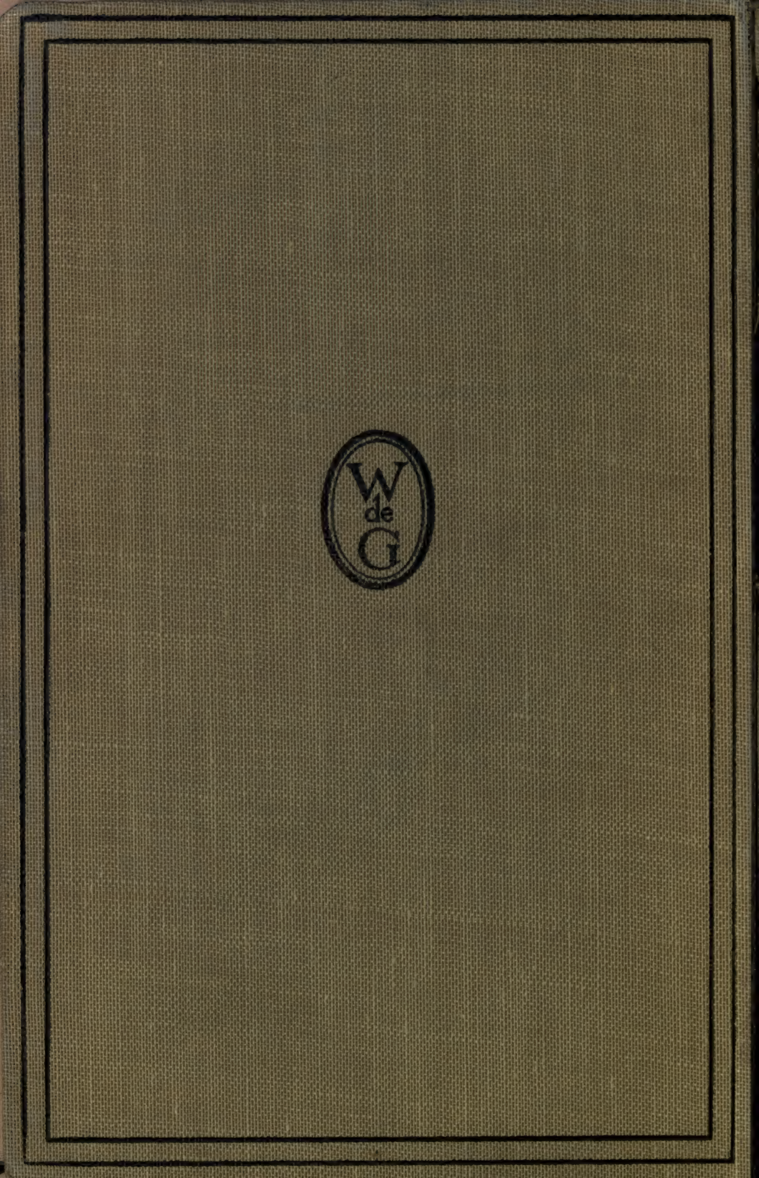
offizinelle Präparate. Von verschiedenen Chemikern wurde auch auf die fäulniswidrigen Eigenschaften einer Reihe von chemischen Präparaten, wie der Mineralsäuren, des Eisenvitriols, des Alauns u. a., aufmerksam gemacht, und gelegentlich wurden diese auch als antiseptische Mittel mit Vorteil verwendet.

Sachregister.

Namenregister.






W
de
G